

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Luka Kasap

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Doc. dr. sc. Dragan Žeželj, dipl. ing.

Student:

Luka Kasap

Zagreb, 2015.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svome mentoru, doc. dr. sc. Draganu Žeželju na ukazanom povjerenju, strpljenju i danim savjetima i uputama. Zahvaljujem se svojoj obitelji i svojoj zaručnici na podršci tijekom pisanja rada.

Luka Kasap



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Luka Kasap**

Mat. br.: **0035170477**

Naslov rada na
hrvatskom jeziku:

Trenažer za pse pokretan ljudskom snagom pomoću bicikla

Naslov rada na
engleskom jeziku:

Man powered dog treadmill

Opis zadatka:

U novije je vrijeme i u urbanim sredinama trend imati psa za kućnog ljubimca. Kako bi bio u dobroj formi pas mora biti izložen fizičkim aktivnostima (šetnja, trčanje), a što može predstavljati problem tijekom loših vremenskih prilika. U ponudi postoje kućni ergometri za pse na kojima mogu trčati u zatvorenom prostoru, ali što čine sami, što je različito obzirom na aktivnosti koje obavljaju s vlasnikom na otvorenom. U cilju održavanja veze između vlasnika i ljubimca potrebno je omogućiti da u zatvorenom prostoru vježbaju zajedno.

Potrebno je osmisлити rješenje ergometra za pse pogonjenog ljudskom snagom pomoću bicikla s ciljem da vlasnik i pas vježbaju jedan pored drugoga kako bi se simulirao trening na otvorenom. Pri tome je potrebno obratiti pažnju na sljedeće:

- rješenje treba ograničiti na pse određene veličine i mase,
- ergometar za psa ne smije biti pogonjen drugačije izuzev ljudskom snagom,
- potrebno je razmotriti moguće načine prijenosa momenta s bicikla na ergometar, a konstrukciju razraditi modularno kako bi omogućavala implementaciju najmanje dvaju rješenja prijenosa,
- potrebno je predvidjeti rješenje sa stacionarnim pogonom i pravim biciklom,
- ergometar mora biti siguran za uporabu u skladu s postojećim rješenjima.

Vrijednosti potrebne za proračun i odabir pojedinih komponenti usvojiti iz postojećih rješenja sličnih sustava, stručne kinološke literature, iskustvenih vrijednosti te u dogovoru s mentorom.

Cjelovito konstrukcijsko rješenje prikazati sklopnim crtežom, a dijelove odabrane u dogovoru s mentorom razraditi do razine radioničkih.

U radu navesti korištenu literaturu, norme kao i eventualnu pomoć.

Zadatak zadan:

24. rujna 2015.

Rok predaje rada:

26. studenog 2015.

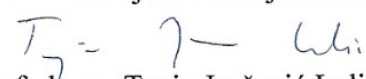
Predviđeni datumi obrane:

2., 3. i 4. prosinca 2015.

Zadatak zadao:


Doc. dr. sc. Dragan Žeželj

Predsjednica Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Tanja Jurčević Lulić

SADRŽAJ

SADRŽAJ	II
POPIS SLIKA	IV
POPIS TABLICA.....	V
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE	VI
POPIS OZNAKA	VII
SAŽETAK.....	X
SUMMARY	XI
1. UVOD.....	1
1.1. Trenažer za pse pokretan ljudskom snagom pomoću bicikla.....	4
2. ANALIZA POSTOJEĆIH RJEŠENJA	5
2.1. Jog A Dog	5
2.2. Sobni bicikl	6
3. PATENTI.....	8
3.1. Pet treadmill (Ergometar za kućne ljubimce).....	8
3.2. Dual exercise device (Dvojni uređaj za vježbanje).....	9
4. KONSTRUKCIJSKA RAZRADA.....	10
4.1. Definicija ciljeva	11
4.2. Razrada ciljeva	12
4.2.1. Trenažer za psa.....	12
4.2.2. Bicikl.....	13
4.3. Prijenos snage	13
4.4. Funkcije proizvoda.....	14
5. KONCEPTNA RJEŠENJA	15
5.1. Koncept 1	15
5.2. Koncept 2	16
5.3. Koncept 3	17
5.4. Odabir najboljeg koncepta	17
6. KONSTRUKCIJSKA RAZRADA TRENAŽERA.....	20
6.1. Stacionarni bicikl	21
6.1.1. Nosiva konstrukcija stacionarnog bicikla	22
6.1.2. Nosači nosive konstrukcije stacionarnog bicikla	25
6.1.3. Kinematske vrijednosti stacionarnog bicikla	26
6.1.4. Predizbor odgovarajućeg lanca	27
6.1.5. Kočnica	28
6.1.6. Vratilo manjeg lančanika	29
6.2. Stalak za bicikl	30
6.2.1. Kinematske vrijednosti stalka za bicikl	31
6.2.2. Kritični zavar.....	32
6.3. Trenažer za psa.....	33

6.3.1.	Nosiva konstrukcija trenažera za psa	34
6.3.2.	Osovinica nožice za podešavanje nagiba trenažera	37
6.3.3.	Varijator	38
6.3.4.	Sklop pogonskog valjka trake za trčanje.....	40
7.	PRIKAZ 3D MODELA	42
8.	ZAKLJUČAK.....	49
	LITERATURA.....	50
	PRILOZI.....	51

POPIS SLIKA

Slika 1.	Vježbanje.....	2
Slika 2.	Vožnja bicikla u društvu psa	4
Slika 3.	Jog A Dog mala traka za trčanje	5
Slika 4.	Sobni bicikl.....	7
Slika 5.	Prikaz patenta ergometra za kućne ljubimce	8
Slika 6.	Prikaz patenta dvojnog uređaja za vježbanje	9
Slika 7.	Funkcije proizvoda	14
Slika 8.	Potrebne radnje prije pokretanja uređaja	14
Slika 9.	Koncept 1	15
Slika 10.	Koncept 2	16
Slika 11.	Koncept 3	17
Slika 12.	Prikaz stacionarnog bicikla	21
Slika 13.	Opterećenje nosive konstrukcije stacionarnog bicikla	22
Slika 14.	Moment tromosti presjeka pravokutne cijevi	23
Slika 15.	Opterećenje nosača nosive cijevi konstrukcije.....	25
Slika 16.	Prikaz stalka za bicikl.....	30
Slika 17.	Kritični zavari.....	32
Slika 18.	Trenažer za psa.....	33
Slika 19.	Nosiva konstrukcija trenažera za psa	34
Slika 20.	Djelovanje sila i momenata na cijev 70x30 mm	36
Slika 21.	Varijator.....	38
Slika 22.	Pogonski valjak	40
Slika 23.	Ergometar sa stacionarnim biciklom	43
Slika 24.	Prikaz spoja stacionarnog bicikla s trenažerom	43
Slika 25.	Stacionarni bicikl.....	44
Slika 26.	Ergometar sa stalkom za bicikl	45
Slika 27.	Prikaz stalka za bicikl.....	46
Slika 28.	Prikaz spoja stalka za bicikl s trenažerom.....	46
Slika 29.	Trenažer za pse.....	47
Slika 30.	Prikaz detalja trenažera za pse.....	48

POPIS TABLICA

Tablica 1. Tehnički upitnik za definiranje cilja razvoja proizvoda.....	10
Tablica 2. Definicija cilja za razvoj proizvoda.....	12
Tablica 3. Snaga biciklista.....	20

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

DR-2015-1	Ergometar sa stacionarnim biciklom
DR-2015-2	Ergometar sa stalkom za bicikl
DR-2015-10	Trenažer za psa
DR-2015-20	Stacionarni bicikl
DR-2015-30	Sklop stalka za bicikl
DR-2015-001	Vodilica sjedala i volana
DR-2015-002	Nosiva konstrukcija stacionarnog bicikla
DR-2015-003	Valjak stalka za bicikl
DR-2015-004	Remenica 2

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
a_1	mm	Udaljenost osi vratila male i zatezne remenice
B	mm	Širina ležaja
b_1	-	Faktor veličine
b_2	-	Faktor kvalitete površine
C	N	Dinamička nosivost ležaja
C_1	N	Dinamička opterećenost ležaja
D	mm	Najveći promjer vratila
D_1	mm	Promjer remenice 1
D_{2min}	mm	Minimalni promjer remenice 2
D_3	mm	Promjer zatezne remenice
d	mm	Najmanji promjer vratila
$d_{1,l}$	mm	Promjer diobene kružnice lančanika
d_{KOT}	mm	Promjer kotača
d_{min}	mm	Minimalni promjer vratila
$d_{o,1}$	mm	Promjer osovinice kotača
$d_{o,2}$	mm	Promjer osovinice nožice za podešavanja nagiba
d_u	mm	Unutarnji promjer ležaja
d_v	mm	Vanjski promjer ležaja
d_{VALJ}	mm	Promjer valjka
d_{VR}	mm	Promjer vratila
d_{T_1}	mm	Promjer tarenice 1
d_{T_2}	mm	Promjer tarenice 2
e_1	mm	Udaljenost male i zatezne remenice
F	N	Sila
F_1	N	Sila na kvadratnoj cijevi 50 x 20 mm
F_A	N	Reakcija u osloncu A
F_{AH}	N	Reakcija u osloncu A horizontalne ravnine
F_{AV}	N	Reakcija u osloncu A vertikalne ravnine
F_B	N	Reakcija u osloncu B
F_{BH}	N	Reakcija u osloncu B horizontalne ravnine
F_{BV}	N	Reakcija u osloncu B vertikalne ravnine
F_H	N	Reakcija u horizontalnoj ravnini
f_L	-	Faktor vijeka trajanja
f_n	-	Faktor broja okretaja
F_r	N	Ekvivalentno radijalno opterećenje ležaja

f_t	-	Faktor temperature
$F_{vuč}$	N	Vučna sila lanca
F_v	N	Reakcija u vertikalnoj ravni
F_y	N	Sila u smjeru osi y
F^*	N	Sila na osovinici kotača
G_L	N	Težina lančanika
G_P	N	Težina prirubnice kardanskog vratila
G_{VR}	N	Težina vratila
g	m/s ²	Ubrzanje sile teže
i	-	Prijenosni omjer
i_{Rmax}	-	Maksimalni prijenosni omjer remenskog prijenosa
i_{Rmin}	-	Minimalni prijenosni omjer remenskog prijenosa
I_x	mm ⁴	Moment tromosti
k	-	Faktor snage
l	mm	duljina
L_h	h	Broj radnih sati
m	g	Masa
m_p	g	Masa psa na traci
m_{tr}	g	Masa trenažera
m'	-	Faktor nošenja lanca
M	Nmm	Moment
M_A	Nmm	Moment oko oslonca A
M_{BH}	Nmm	Moment oko oslonca B u horizontalnoj ravni
M_{BV}	Nmm	Moment oko oslonca B u vertikalnoj ravni
M_{max}	Nmm	Maksimalni moment
M_{red}	Nmm	Reducirani moment
n	min ⁻¹	Brzina vrtnje
n_1	min ⁻¹	Brzina vrtnje manjeg lančanika
$n_{1,l}$	min ⁻¹	Brzina vrtnje lančanika
n_2	min ⁻¹	Brzina vrtnje većeg lančanika
n_{kot}	min ⁻¹	Brzina vrtnje kotača
n_{L1}	min ⁻¹	Brzina vrtnje lančanika 1
n_{PEDALA}	min ⁻¹	Brzina vrtnje pedala
n_{R1}	min ⁻¹	Brzina vrtnje remenice 1
$n_{R2 max}$	min ⁻¹	Maksimalna brzina vrtnje remenice 2
$n_{R2 min}$	min ⁻¹	Minimalna brzina vrtnje remenice 2
n_{VALJ}	min ⁻¹	Brzine vrtnje valjka
$n_{VALJmax}$	min ⁻¹	Maksimalna brzina vrtnje valjka
$n_{VALJmin}$	min ⁻¹	Minimalna brzina vrtnje valjka
n_{T1}	min ⁻¹	Brzina vrtnje tarenice 1
n_{T2}	min ⁻¹	Brzina vrtnje tarenice 2

p	mm	Korak lančanika
P	W	Snaga koja se prenosi
P_D	kW	Udarna snaga reducirana na jednostruki lanac
P_{ekv}	N	Ekvivalentno dinamičko opterećenje
R_m	N/mm ²	Vlačna čvrstoća
r	mm	polumjer
r_1	mm	Polumjer valjka
r_2	mm	Polumjer kotača
T_1	Nm	Nazivni moment
$T_{koč}$	Nm	Moment kočenja
z	-	Broj zubi
Z_1	-	Broj zubi manjeg lančanika
Z_2	-	Broj zubi većeg lančanika
v	m/s	Brzina
$v_{VALJ_{max}}$	m/s	Najveća brzina valjka
$v_{VALJ_{min}}$	m/s	Najmanja brzina valjka
W	mm ³	Moment otpora
W_p	mm ³	Polarni moment otpora
$W_{pravokutnika}$	mm ³	Moment otpora cijevi pravokutnog presjeka
W_x	mm ³	Moment otpora oko osi x
α	°	Kut
α_0	-	Faktor čvrstoće materijala
β	°	Kut
σ_{dop}	N/mm ²	Dopušteno naprezanje
σ_f	N/mm ²	Naprezanje na savijanje
$\sigma_{f_{DN}}$	N/mm ²	Trajna dinamička čvrstoća
$\sigma_{f_{DN,dop}}$	N/mm ²	Dopuštena trajna dinamička čvrstoća
σ_{max}	N/mm ²	Maksimalno dopušteno naprezanje
τ	N/mm ²	Tangencijalno naprezanje
$\tau_{t_{DN}}$	N/mm ²	Trajna dinamička čvrstoća
τ_{dop}	N/mm ²	Dopušteno tangencijalno naprezanje
ω_1	s ⁻¹	Kutna brzina
φ	-	Faktor udara

SAŽETAK

U ovom diplomskog radu projektiran je i konstrukcijski razrađen trenažer za pse pokretan ljudskom snagom pomoću bicikla. Uz konstrukcijski dio, u radu je stavljen naglasak na analizu razvoja proizvoda.

Provedeni su proračuni bitnih komponenti konstrukcije, a 3D model konstrukcije izrađen je u Solidworks programu. Pomoću 3D modela u istom programu izrađena je sva tehnička dokumentacija.

Svrha ergometra za pse pogonjenog ljudskom snagom je da vlasnik i pas vježbaju jedan pored drugog kako bi se simulirao trening na otvorenom. Ergometar je modularnog tipa, tj. može se upotrebljavati na više načina, odnosno vlasnik svojim osobnim biciklom može pokretati traku za trčanje ili može koristiti stacionarni bicikl koji dolazi s ergometrom.

Glavna funkcija trenažera je omogućiti neometano bavljenje tjelesnom aktivnošću čovjeka i psa simultano, kad su vanjske prilike nepovoljne, kako bi što kvalitetnije i produktivnije čovjek ispunio slobodno vrijeme za vlastitu tjelesnu aktivnost i za trening psa. Dodatni zahtjevi proizvoda bili su: pristupačna cijena i masa, mobilnost proizvoda te jednostavnost i sigurnost rukovanja.

Ključne riječi: trenažer, ergometar, traka za trčanje, bicikl, pas

SUMMARY

The aim of this work is to design and develop structural man powered dog treadmill. In the work analysis of product development is stressed, just as construction part.

Calculation of essential components of the structure have been done, as well as the 3D model of the structure, which is made in the program SolidWorks. Using 3D model in the same program all technical documents are made.

The main purpose of the man powered dog treadmill is that the owner and dog exercise near to each other and simulate outdoor training. Treadmill is modular, which means that it can be used in several ways; and the human with his own bike can run an treadmill or human can use stationary bike that can be part of ergometer.

The main function of the treadmill is enable unobstructed exercise of physical activity a man and a dog simultaneously, expecially when the external weather conditions are bad. In that case man would be more productive and will spend free time on more quality way. Additional requirements of the product were: affordable price and weight, the mobility of the product and the easy and safety handling.

Key words: ergometer, trainer, treadmill, bike, dog

1. UVOD

Znanstvena istraživanja pokazuju kako se produljuje prosječan životni vijek čovjeka pa samim time i očekivani životni vijek. Krajem prošloga stoljeća prosječni životni vijek bio je 74 godine, a prema podacima Eurostata iz 2014. godine očekivani životni vijek Hrvata je 78 godina [1].

Tehnološki napredak olakšava obavljanje svakodnevnih pa i najtežih poslova, ali i razvitak medicine doprinosi produljenju prosječnog životnog vijeka čovjeka. Međutim, paradoksalna je činjenica da tehnika omogućuje lakše obavljanje fizičkih poslova pa suvremeni čovjek postaje fizički sve neaktivniji, a upravo tjelesna neaktivnost dovodi do pogoršanja općeg zdravstvenog stanja organizma te oboljenja [2].

Ljudi su u prošlosti većinu vremena provodili radeći teške i naporne fizičke poslove, stoga nije ni bilo potrebe za provođenjem sustavnog i organiziranog tjelesnog vježbanja.

Međutim, s vremenom dolazi do promjena djelatnosti u kojima čovjek radi tako da danas veliki broj osoba obavlja poslove koji nisu toliko fizički zahtjevni, poput rada u uredu, što rezultira sjedilačkim načinom života te sve manjom potrebom za kretanjem. Primjerice, prema izvješću Američkog kardiološkog udruženja u SAD-u u 75 % slučajeva ljudi koriste automobil za prelaženje udaljenosti kraćih od 1,5 kilometara, a na takve kratke relacije otpada 25 % svih putovanja u SAD-u [2].

Shodno svemu navedenom, zadnjih tridesetak godina radilo se na popularizaciji tjelesnog vježbanja iz više razloga: zdravstvenih, psiholoških, estetskih, ekonomskih, ekonomskih, preventivnih i ostalih.



Slika 1. Vježbanje

Kontinuirano bavljenje različitim aktivnostima sprječava pojavu određenih bolesti kod čovjeka. Moderan čovjek svakodnevno je okružen stresom, a produktivan način oslobađanja akumuliranog stresa jest bavljenje određenom tjelesnom aktivnošću u kojoj čovjek pronalazi i vlastito zadovoljstvo. Opće je poznato da tjelesna aktivnost pozitivno utječe na psihofizičko zdravlje i opće zdravstveno stanje budući da se nakon treninga izlučuju hormoni koji potiču osjećaje sreće i zadovoljstva.

Neka znanstvena istraživanja pokazuju da osobe koje redovito vježbaju imaju veću mogućnost zapošljavanja i veći uspjeh kod pripadnika suprotnog spola. Nadalje, dobar izgled je u većini slučajeva povezan s boljim zdravljem. Osobe narušenog tjelesnog zdravlja više izbjavaju s posla te koriste pogodnosti bolovanja, što pak s druge strane utječe na smanjeni profit pojedinih tvrtki i država te na koncu i smanjeni kućni budžet.

Mnoga provedena istraživanja idu u prilog potrebi aktivnog načina života upravo zbog prethodno opisanih životnih uvjeta modernog čovjeka i velikih rizika razvoja bolesti. [3]

Nadalje, skrenuo bih pozornost na izbor teme mog diplomskog rada. Na izbor teme rada došao sam prije svega motiviran ljubavi prema psima te kontinuiranoj potrebi tjelesne aktivnosti pasa, a kako je prethodno opisano, i čovjeka. Naime, pas razvija komunikacijske vještine tijekom druženja s drugim psima, a vlasnik je u mogućnosti poučavati ga željenim ponašanjima poput samokontrole i primirenja. Mnoga su znanstvena istraživanja provedena na području ponašanja životinja (*animal behavior*) te su dovela do novih spoznaja u radu sa životinjama pri čemu su postavljeni i visoki standardi u praktičnom radu. Mnogo je škola i

tečajeve u Hrvatskoj i svijetu koji prikazuju potrebu za bavljenjem s psima te potrebu edukacija vlasnika o odgoju psa. Tako škole u svoje tečajeve uključuju tečajeve socijalizacije, odgoja, potrebu za sportom i zabavnim aktivnostima s psima te potrebu za savjetovanjem vlasnika o ophođenju s psima.

Tečajevi socijalizacije primarno služe socijalizaciji štenaca (počinje u 3. tjednu njihova života, a završava između 14. i 16. tjedna starosti). Štenci u toj dobi intenzivno stvaraju sliku o svijetu kojim su okruženi, stoga im tijekom tečaja socijalizacije treba omogućiti nesmetano istraživanje okoliša i stjecanje ugodnih iskustava s novim i nepoznatim.

Tečajevi odgoja temelje se na edukaciji vlasnika o tome kako podučiti psa željenim ponašanjima, poput primjerice praćenja tijekom šetnje, hodanja na opuštenoj uzici, puštanja nađenih otpadaka, dolaženja na poziv. Nadalje, u današnjem svijetu postoji niz različitih sportova i aktivnosti za pse i njihove vlasnike, na primjer agiliti, *flyball*, ples sa psima, njuškarenje. Aktivnost psa nužna je za očuvanje forme te općenito dobro zdravstveno stanje psa. Također, škole za pse nude usluge savjetovanja i individualnog rada s vlasnicima pasa [4].

Iz navedenog se može zaključiti kako postoje višestruke koristi u zajedničkom vježbanju čovjeka i psa. Kako vlasnik psa često nije u mogućnosti provoditi tjelesne aktivnosti s psom (šetnje ili *jogging*) zbog loših vremenskih uvjeta, nedostatka vremena, nedostatka prostornih uvjeta, osmišljavanje koncepta trenažera za pse pokretan ljudskom snagom pomoću bicikla prikladno je rješenje za potrebne aktivnosti čovjeka i psa te kvalitetno i korisno provođenje slobodnog vremena.

1.1. Trenažer za pse pokretan ljudskom snagom pomoću bicikla

Osim ljudi koji održavaju svoju formu raznim vježbama, fizičkim aktivnostima, bavljenjem sportom i sl., također i njihovi kućni ljubimci trebaju biti u dobroj formi, a da bi to ostvarili moraju biti izloženi fizičkim aktivnostima. Kućni ljubimac kao što je pas zahtjeva mnogo šetnje, trčanja i drugih aktivnosti za održavanje kondicije. Lošiji vremenski uvjeti, nedostatak vremena vlasnika da se u potpunosti posveti svom kućnom ljubimcu te nedovoljna razina fizičke aktivnosti kućnog ljubimca može proizvesti višestruke probleme. Jedno od rješenja tog problema jest mogućnost obavljanja fizičke aktivnosti vlasnika i ljubimca te održavanja tjelesne forme u zatvorenom prostoru, a što bi doprinosilo i održavanju veze vlasnika i ljubimca. Na taj način bi pas i njegov vlasnik u zatvorenom prostoru vježbali zajedno, simulirajući aktivnosti koje inače za lijepog i pogodnog vremena obavljaju na otvorenom (Slika 2).

Na tržištu proizvoda postoje kućni ergometri samo za pse na kojima mogu trčati u zatvorenom prostoru, a što izostavlja ljudski faktor, odnosno sudjelovanje čovjeka u vježbanju sa psom.



Slika 2. Vožnja bicikla u društvu psa

2. ANALIZA POSTOJEĆIH RJEŠENJA

Da bi se bolje razumjele funkcije proizvoda koji mora biti osmišljen, u ovom će se poglavlju analizirati postojeća slična rješenja pronađena na dostupnom tržištu proizvoda. Neki od proizvoda zadovoljavaju određene zahtjeve te će u ovom radu poslužiti za određivanje potrebnih parametara, koji će kasnije biti prikazani.

2.1. Jog A Dog

Jog A Dog (Slika 3) američka tvrtka je koja je na tržištu više od 40 godina i njezina glavna odlika je da se bavi proizvodnjom traka za trčanje pogonjenih motorom isključivo za pse. U svojoj ponudi imaju 4 različite trake za trčanje.



Slika 3. Jog A Dog mala traka za trčanje

Glavni dio njihovog proizvoda je kvalitetan industrijski motor. Odabran je takav motor koji može raditi u prljavom okruženju. Konkurentske tvrtke koriste jeftiniji elektromotor koji se hladi ventilatorom, a lopatice ventilatora konstruirane su da uvlače zrak (samim time i pseću dlaku) u motor. S druge pak strane, motor u *Jog A Dog* traci za trčanje zaštićen je od ulaza čestica prašine i vode. Fiksni stražnji valjak eliminira potrebu za zaštitnim pokrivalom. Mjesto između valjka i pokrivala predstavlja opasnost od uklještenja, kad postoji potreba za pomicanjem valjaka zbog podešavanja dužine remena trake za trčanje, što u slučaju *Jog A Dog* trake za trčanje nije potreba. Osjetljivi elektronički dijelovi su odvojeni od motora i postavljeni vani te zaštićeni od površine na kojoj se trči i nečistoća koju mogu biti na njoj. *Jog*

A Dog traka ne koristi ploču koja imaju bočnu plohu na koju se može stati, a kakva se koristi za trake za trčanje ljudi iz razloga što to može biti zbunjujuće za pse. Mnogi psi svojim stražnjim šapama mogu stati na tu nepomičnu plohu. Ploha za trčanje je napravljena takva da bude samo 1,3 cm sa svake strane šira od remena. Način podešavanja brzine može utjecati na to hoće li pas voljeti traku za trčanje ili ne. Fino, brzo i precizno podešavanje brzine se može ostvariti samo analognim otpornikom. Digitalno podešavanje brzine pritiskom na tipke može biti teško i nespretno za pse, a nekim psima smeta i sam zvuk pritiska tipke. Podešavanje brzine kotačićem puno je bolje i finije te će lakše prebaciti trčanje psa iz brzog tempa u lagani kas. Jog A Dog u svojoj ponudi nudi 4 različite varijante traka za trčanje ovisno o veličini psa: mala, srednja, velika i ekstra velika.

Mala traka za trčanje (Slika 3) ima motor snage 1/4 konjske snage koji je potpuno zatvoren da ne uđu prašina i druge nečistoće, traku dužine 121,9 cm i širine 30,5 cm, mogućnost podešavanja brzine od 0 do 12,8 km/h te nosivosti 68 kg, dok sam traka teži 38 kg. Bočne stranice s malom mrežom zadržavaju male pasmine pozicionirane na traci bez da se osjećaju zatvorenima. Stranice se također mogu skinuti zbog spremanja. DC4 model ima mogućnost podizanja trake od 0 do 11 stupnjeva. 9 položaja nagiba osigurava otpor za izgradnju mišića i omogućava ostvarivanje zacrtanih ciljeva vježbanja. Kotači na prednjoj strani trake dopuštaju lakše transportiranje i spremanje. Podizanjem lakšeg stražnjeg kraja kotači dotaknu tlo i omogućavaju lakši transport. [5]

2.2. Sobni bicikl

Sobni bicikl jedna je od najatraktivnijih *fitness* sprava za ljude čijom se upotrebom u samo jednoj vježbi djeluje na gotovo sve mišiće, koja potiče izgaranje masnoća, ubrzano trošenje kalorija te poboljšava stanje i kapacitet krvožilnog sustava. Kao idealna sprava za aerobni trening sobni bicikl danas se može naći u gotovo svim *fitness* centrima, a izuzetno je popularan i za vježbanje kod kuće. Vježbanjem na sobnom biciklu samo 20 minuta dnevno jača se kardiovaskularni i respiratorni sustav te poboljšava opće stanje organizma. Osim aerobnih kapaciteta, vožnjom bicikla posebno se jačaju mišići nogu, stražnjice i donjeg dijela leđa, te se samim time povećava potrošnja kalorija, reducira masno tkivo i smanjuje mogućnost nastanka celulita.



Slika 4. Sobni bicikl

Uz više različitih stupnjeva otpora sobni bicikl omogućava da se intenzitet vježbanja prilagodi vlastitim mogućnostima. Vožnja se odvija tempom koji korisniku najbolje odgovara, a sve to s minimalnim opterećenjem na zglobove.

Stoga je sobni bicikl pogodan za rehabilitaciju, rekreativan ili napredan trening kod profesionalnih sportaša. Ekran na biciklu ima istovremeno mogućnost pokazivanja vremena koliko dugo se vozi, prijeđenih kilometara, potrošenih kalorija te brzine pulsa.

Prednosti vježbanja na sobnom biciklu:

- efikasna aerobna aktivnost koja se može prakticirati unutar stana ili kuće
- nije potrebno mnogo pripreme za vježbanje
- prilagodljiv sustav otpora koji omogućava bolju kontrolu nad intenzitetom i treningom
- idealna aktivnost za ljude svih dobnih skupina, naročito za oboljele od bolesti srca i krvnih žila
- vježbanjem na sobnom biciklu jačaju gotove sve mišićne skupine, a posebno mišići nogu i stražnjice
- poboljšava opću izdržljivost organizma
- ubrzava metabolizam, potiče izgaranje masnoća i ubrzava gubitak kilograma
- idealna aktivnost za jačanje kardiovaskularnog i respiratornog sustava
- minimalno opterećenje na zglobove
- uz pomoć kompjutera mogu se precizno pratiti svi važni parametri treninga
- idealan za početnike kao i za napredne korisnike [6]

3. PATENTI

Patent je pravo priznato za izum koji nudi neko novo rješenje za određeni tehnički problem. Pregledom baza патената te internetskim pretraživanjem pronađeno je nekoliko ideja za uređaj koji je potrebno konstruirati. Svaka pronađena informacija može koristiti u rješavanju problema.

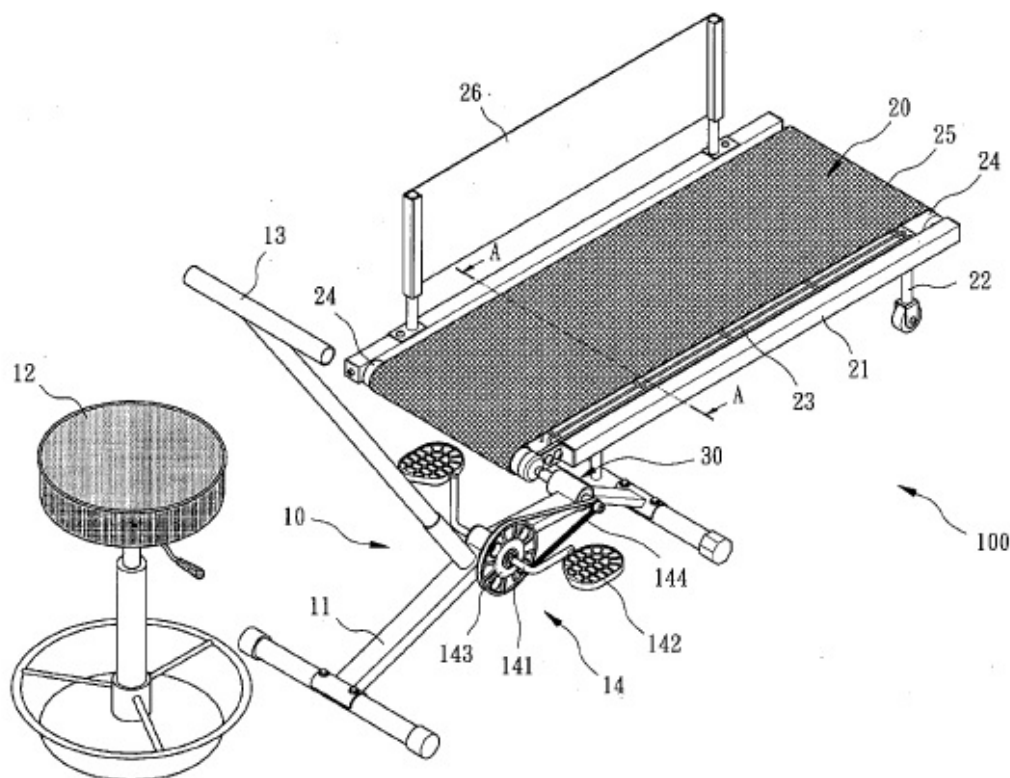
3.1. Pet treadmill (Ergometar za kućne ljubimce)

Broj patenta: **US 2010/0175634 A1**

Izumitelji: **Chih-Yin Chang, Sheng-Chao Shih**

Godina prijave: **2009.**

Ovo patentno rješenje ima površinu za vježbanje na koju je bočno spojen izvor snage. Površina za vježbanje ima okvir koji je oslonjen na potporne elemente, dva valjka koja se okreću na krajevima okvira koji su povezani beskonačnom trakom, što rezultira time da je jedan valjak pogonski, a drugi gonjeni. Traka služi za simuliranje trčanja kućnog ljubimca. Snagu za pokretanje trake daje čovjek.



Slika 5. Prikaz patenta ergometra za kućne ljubimce

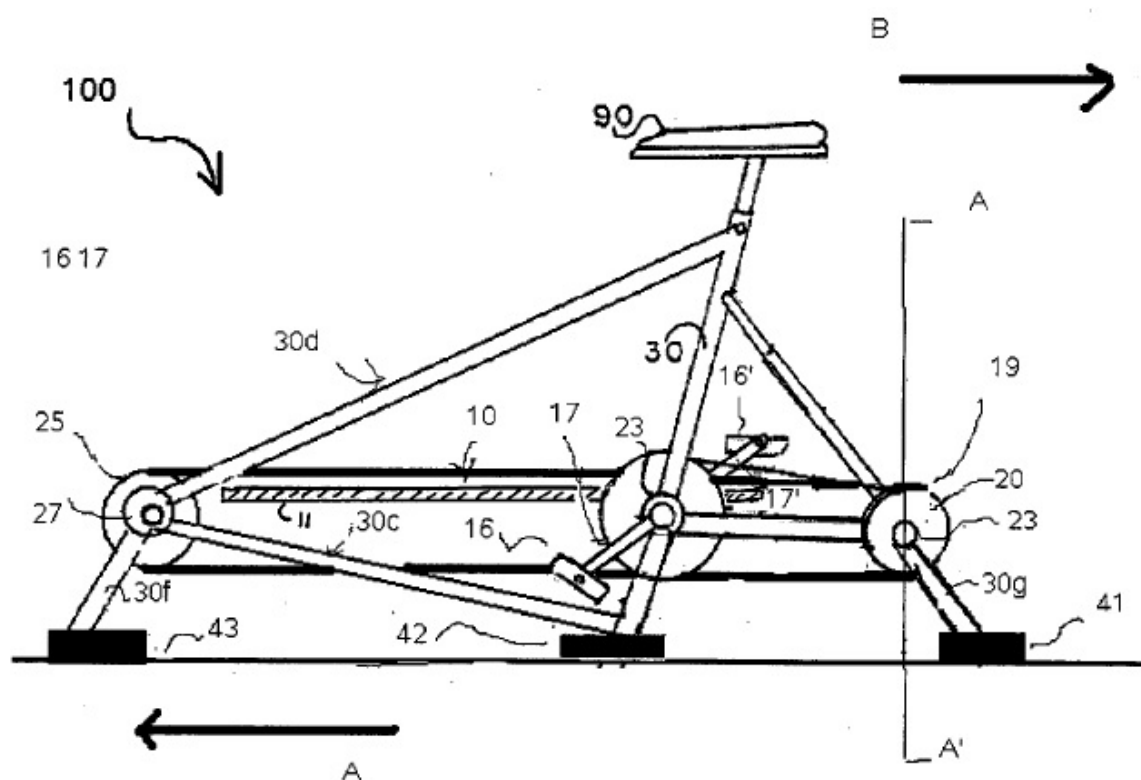
3.2. Dual exercise device (Dvojni uređaj za vježbanje)

Broj patenta: US 2004/0176220 A1

Izumitelj: **Edward S. Sherman**

Godina prijave: **2004.**

Ovo patentno rješenje prikazuje stacionarni bicikl sparen s beskonačnom trakom za trčanje. Traka je prilagođena za psa, drugog ljubimca ili čovjeka, a rezultat je da osoba koja vozi bicikl i ljubimac istovremeno vježbaju.



Slika 6. Prikaz patenta dvojnog uređaja za vježbanje

4. KONSTRUKCIJSKA RAZRADA

Za izradu konkretnog proizvoda potrebno je definirati ciljeve te odgovoriti na tehnička pitanja koja se zahtijevaju od proizvoda. Tehničkim upitnikom određuju se granice kojima se razvoj proizvoda usmjerava određenom cilju te se sprječava mogućnost prevelikog broja mogućih rješenja koja nisu korisna.

Tablica 1. Tehnički upitnik za definiranje cilja razvoja proizvoda

Tehnički upitnik za definiranje cilja razvoja proizvoda	
1. Što je stvarni problem koji treba riješiti?	Potrebno je osmisлити napravu koja će omogućiti neometano bavljenje tjelesnom aktivnošću čovjeka i psa simultano, kad su vanjske prilike nepovoljne (loši vremenski uvjeti, nepostojanje zelenih površina u blizini, nedovoljno vremena za odlazak u park ili šetnju gradom) kako bi što kvalitetnije i produktivnije čovjek ispunio slobodno vrijeme koje mu je na raspolaganju za vlastitu tjelesnu aktivnost i za trening psa.
2. Koja implicitna očekivanja i želje je potrebno uključiti u razvoj?	Trenažer mora biti jednostavan za uporabu, mobilan, samostojeći i što efikasniji. Potrebno je voditi računa o sigurnosti korištenja, ergonomiji, jednostavnom prilagođavanju korisnicima, odnosno čovjeku i psu.
3. Da li su pretpostavljene potrebe korisnika, funkcionalni zahtjevi i ograničenja zaista realni?	Pretraživanjem internetskih stranica i anketiranjem ustanovljeno je da su interesi vlasnika pasa za aktivnim provođenjem slobodnog vremena te potrebe za treningom pasa konstantni. Zbog nedostatka vremena te prostornih i vremenskih uvjeta postoji potreba za napravom na kojoj mogu vježbati vlasnik i njegov pas u zatvorenom prostoru.
4. U kojim smjerovima postoje mogućnosti za kreativni razvoj i inventivno rješavanje problema?	Napravu karakterizira jednostavnost i samostalnost korištenja uz kontrolirano korištenje od strane čovjeka, regulacija brzine trčanja psa i regulacija opterećenja promjenom nagiba trake. Postoji mogućnost dodavanja novih funkcija modularnim oblikovanjem stroja poput dodavanja multimedijalnih uređaja (televizija, zvučnici), ventilatora, posudica za hranu i vodu za psa, nosači za bocu vode za čovjeka
5. Ima li limita na kreativnost u razvoju?	

Cijena naprave, gabariti naprave, a naprava je konstruirana samo za pse manje veličine te ljude kojima masa ne prelazi 150 kg.

6. Koje karakteristike/svojstva proizvod nužno mora imati?

Naprava mora biti sigurna za rukovanje, pouzdana u radu uz što veću efikasnost. Proizvod mora biti mobilan, lagan za prenošenje i skladištenje te samostojeći. Naprava mora biti podesiva individualnim karakteristikama čovjeka (visina volana, visina sjedala, razmak između sjedala i volana) te udovoljavati ergonomskim zahtjevima. Imperativ je jednostavna implementacija u svakodnevnom životu korisnika.

7. Koje karakteristike/svojstva proizvod sigurno ne smije imati?

Proizvod ne smije ugrožavati sigurnost korisnika, odnosno osobe i psa koji ga koriste, kao ni osoba koje se nalaze u blizini naprave. Također, ne smije biti bučan, prevelik, pretežak niti kompliciran za upotrebu.

8. Koji se aspekti razvoja mogu i trebaju kvantificirati u ovom trenutku?

Analizirati isplativost uređaja, analiza tržišta i potrebe kupca.

9. Da li su razvojni zadaci postavljeni na prikladnoj razini apstrakcije?

Proizvod mora služiti obavljanju tjelesne aktivnosti čovjeka i psa. Teži se postići održavanje tjelesne aktivnosti i po potrebi jačanje miškulature čovjeka i psa, uz potpunu kontrolu od strane čovjeka, izbjegavanje ozljeda te mogućnost praćenja napretka.

10. Koji su tehnička i tehnološka ograničenja naslijeđena iz prethodnog iskustva sa sličnim proizvodom?

Visoka cijena, odvojeno vježbanje čovjeka i psa. Nepomična bočna ploha trake na koju pas šapama slučajno može stati i ozlijediti se.

4.1. Definicija ciljeva

U ovom dijelu konstrukcijski zadatak se definira prema potrebama korisnika, odnosno čovjeka i psa. Cilj je izrada konstrukcijskog rješenja trenažera za pse pokretanog ljudskom snagom pomoću bicikla. Potrebno je da cijena samog stroja bude prihvatljiva kupcu, jer ako kupac smatra da je cijena prevelika te si ga ne može priuštiti, uređaj gubi svrhu postojanja. Masa samog uređaja mora biti prihvatljiva da ga kupac može jednostavno premjestiti ili spremiti kad se uređaj ne koristi. Snaga koju je potrebno dovesti do trenažera treba biti tolika da nadomjesti sve gubitke u sustavu te da se traka pokreće brzinom koja je potrebna da ljubimac na njoj može trčati.

Tablica 2. Definicija cilja za razvoj proizvoda

DEFINICIJA CILJA ZA RAZVOJ PROIZVODA	Naziv projekta: Trenažer za pse pokretan ljudskom snagom pomoću bicikla
Opis proizvoda: Trenažer za pse pokretan ljudskom snagom pomoću bicikla	
Primarno tržište: Privatna kućanstva - korisnici različitih dobnih skupina koji imaju manje pse za kućne ljubimce	
Sekundarno tržište : <i>Fitness centri, sportski centri, wellness centri</i>	
Koje karakteristike se podrazumijevaju: Trenažer mora biti samostojeći, jednostavan i siguran za uporabu te mobilan. Trenažer treba biti izrađen od kvalitetnog materijala, te cijenom pristupačan. Mora biti podesiv individualnim karakteristikama čovjeka (visina volana, visina sjedala, razmak između sjedala i volana). Treba omogućiti čovjeku samostalnu regulaciju opterećenja.	
Ciljane grupe korisnika: <ul style="list-style-type: none"> - Osobe koje se rekreativno bave sportom, a imaju manjeg psa za kućnog ljubimca.. - Sportaši koji imaju manjeg psa za kućnog ljubimca. - Manji psi. 	
Pravci kreativnog razvoja: Položaj i odnos bicikla i trenažera za psa, odabir materijala, kompaktna izvedba uređaja. Estetski zadovoljavajuće karakteristike.	
Limiti projekta: Eventualna buka te veličina.	

4.2. Razrada ciljeva

Uređaj se sastoji od dva glavna dijela: trenažera za psa i bicikla. Svaki dio za sebe mora zadovoljiti određene zahtjeve.

4.2.1. Trenažer za psa

Veličina trenažera ovisi o veličini psa koja će na njoj vježbati. Veliki trenažer bio bi neprimjeren za male pasmine, a isto vrijedi i obratno. Vlasnik psa odabrati će trenažer prema

njegovim karakteristikama, npr. za male pasmine kao što su: baset, bigl, čivava, foksterijer, jazavčar, škotski terijer i sl. čija težina ne prelazi 25kg, dovoljan je mali trenažer.

Potrebno je psu omogućiti razne režime vježbanja i to na način da trenažer ima mogućnost podešavanja nagiba trake čime se može simulirati trčanje uz brdo, te omogućiti podešavanje brzine trake čime se mijenja tempo trčanja. Za psa su pogodnije kontinuirane, ne skokovite promjene brzine.

Također je bitno da ljubimac tijekom vježbanja bude siguran, tj. da ne dođe do ozljeda, te je potrebno osigurati psa od ispadanja s trake bočnim stranicama i mjestom za zavezati povodac.

4.2.2. Bicikl

Bicikl kao pogonsko sredstvo dijelimo na dva sustava. Svoj osobni bicikl koji korisnik koristi za svakodnevnu upotrebu, koristi i kao pogonsko sredstvo trenažera. Drugi sustav jest stacionarni bicikl koji dolazi u sklopu s uređajem. Kod osobnog bicikla treba voditi računa o tome da ih ima raznih veličina te treba omogućiti stalak za prihvrat različitih bicikala.

Stacionarni bicikl treba imati mogućnost podešavanja za više korisnika ovisno o njihovoj dobi, visini, težini i sl. na način da se sjedalo i volan mogu podešavati po visini te da se i njihova međusobna udaljenost može podešavati. Na taj će način korisnik imati mogućnost podešavanja najboljeg mogućeg položaja za vožnju. Potrebno je omogućiti sklapanje stacionarnog bicikla radi lakšeg transporta i skladištenja, a potrebno je omogućiti demontažu bicikla od trenažera. Stacionarni bicikl ne smije biti pretežak zbog prethodno navedenih razloga.

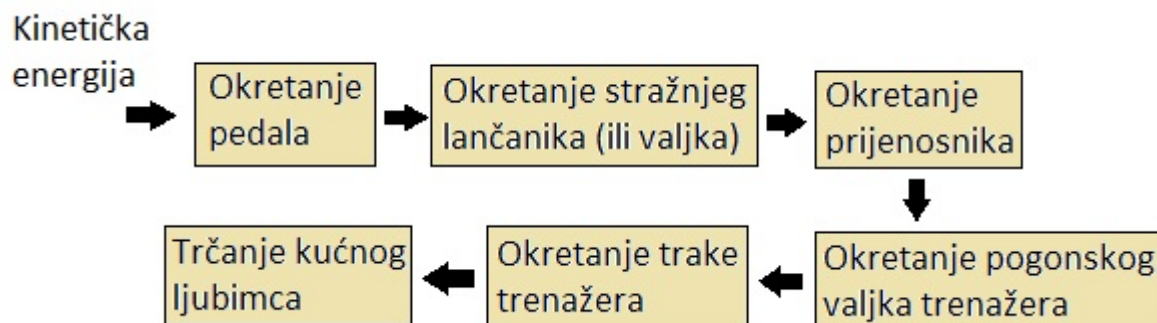
4.3. Prijenos snage

Potrebno je konstrukcijski riješiti prijenos snage između bicikla ili stacionarnog bicikla do trenažera za psa. Kod postojećeg bicikla prijenos snage je moguće ostvariti preko stražnjeg (pogonskog) kotača koji je u dodiru s valjkom koji dalje mehanički preko remenica, tarenica ili lančanika pokreće traku ili električki gdje se okreće alternator koji puni bateriju (akumulator) koja pokreće elektromotor koji pokreće traku. Na sličan način bi se i na stacionarnom biciklu mogao izvesti prijenos snage.

Potrebno je omogućiti mogućnost podešavanja opterećenja da bi korisnik također mogao simulirati uvjete vožnje staze na otvorenom.

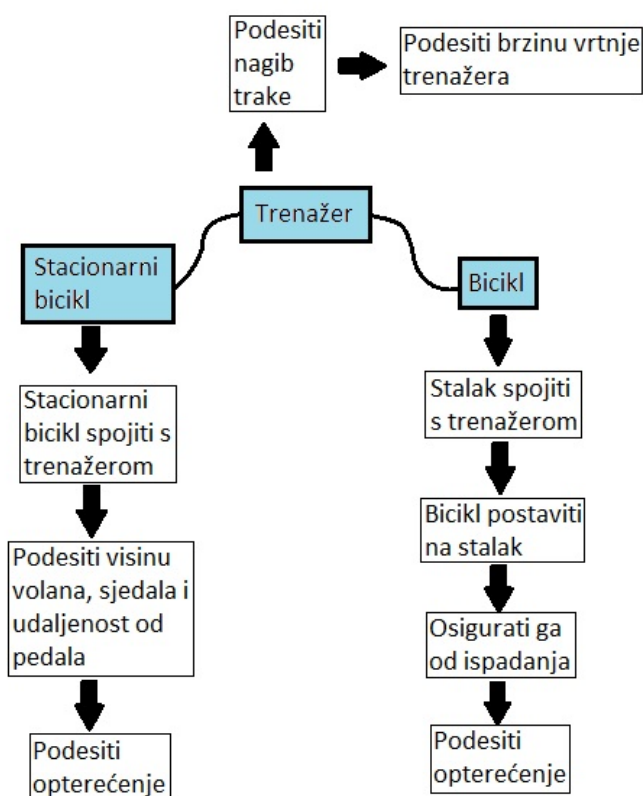
4.4. Funkcije proizvoda

Da bi se izradio uređaj te odredili potrebni sklopovi potrebno je znati funkcije proizvoda. Potrebne funkcije koje uređaj mora zadovoljiti su prikazane na slici (Slika 7).



Slika 7. Funkcije proizvoda

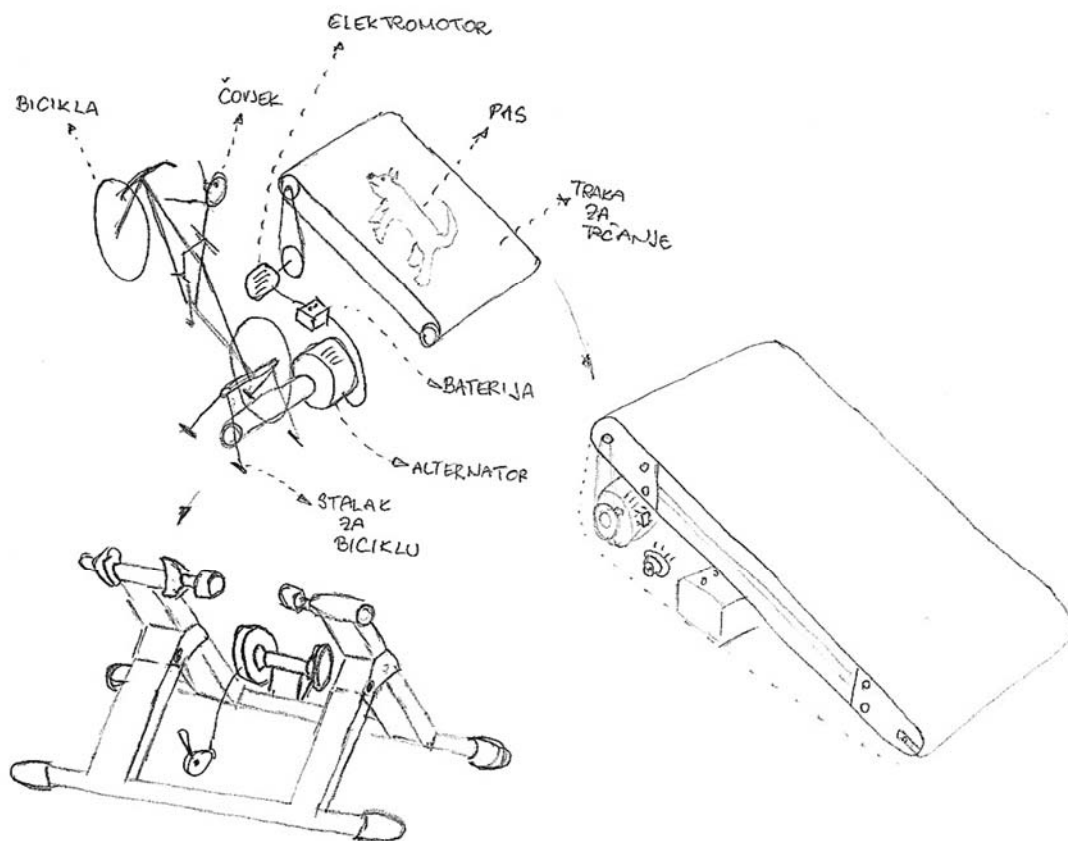
Potrebne radnje koje korisnik treba napraviti prije pokretanja uređaja su prikazane na slici (Slika 8).



Slika 8. Potrebne radnje prije pokretanja uređaja

5. KONCEPTNA RJEŠENJA

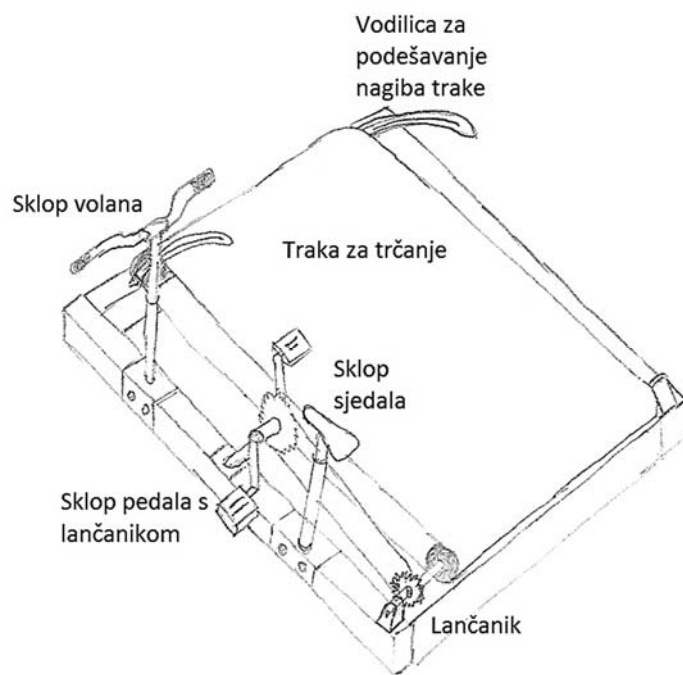
5.1. Koncept 1



Slika 9. Koncept 1

Na slici (Slika 9) je prikazano konceptno rješenje trenažera gdje se prijenos snage ostvaruje električnim putem. Kotač bicikla okreće valjak koji je povezan s alternatorom koji puni bateriju (akumulator). Elektromotor koristi energiju iz baterije te pokreće traku na kojoj trči pas. Bicikl je postavljen na stalak (Slika 9, dolje lijevo) te osiguran od ispadanja. Električne komponente kao što su elektromotor, baterija ili uređaj za podešavanje opterećenja su smještene u kućište trake.

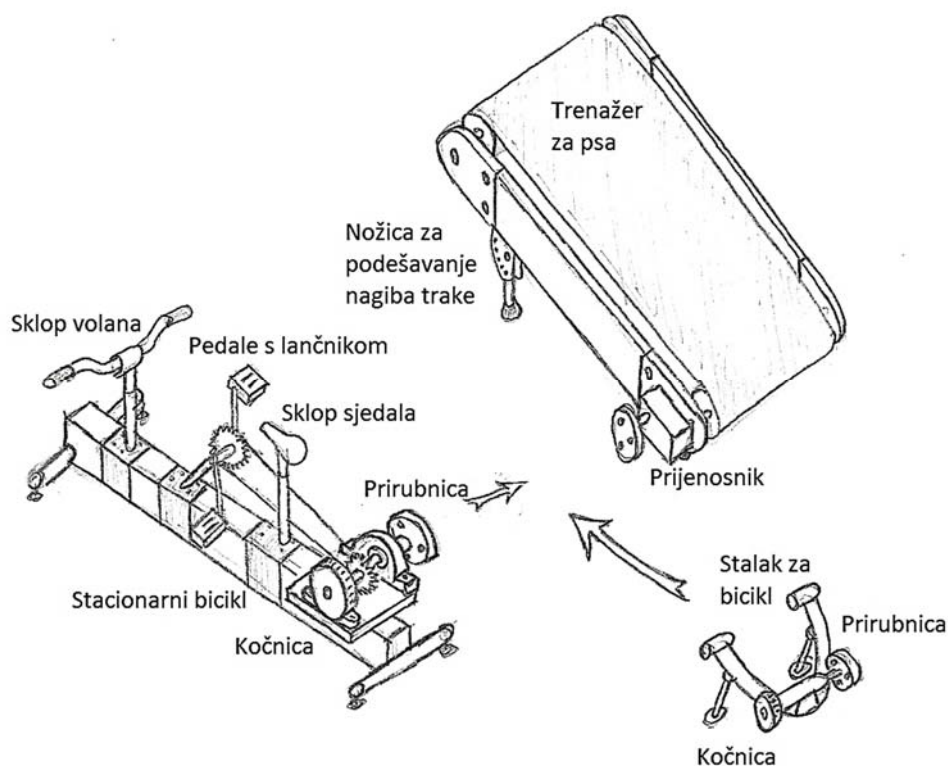
5.2. Koncept 2



Slika 10. Koncept 2

Na slici (Slika 10) je prikazano konceptno rješenje trenažera na kojem je prijenos snage ostvaren mehaničkim putem lančanim prijenosom. Na nosivoj konstrukciji se nalaze traka za trčanje i stacionarni bicikl. Sklopovi volana i sjedala imaju mogućnost podešavanja udaljenosti te visine, a snaga se prenosi izravno lančanim prijenosom do pogonskog valjka trake koji okreću traku za trčanje. Podešavanje nagiba se ostvaruje preko vodilice za podešavanje nagiba.

5.3. Koncept 3



Slika 11. Koncept 3

Na slici je prikazano konceptno rješenje trenažera modularnog tipa koji ima mogućnost spajanja stacionarnog bicikla ili stalka za bicikl ovisno o željama korisnika. Stacionarni bicikl prenosi snagu lančanim prijenosom do prirubnice koja se spaja na prirubnicu trenažera te se preko prijenosnika pokreće pogonski valjak i traka za trčanje. Stacionarni bicikl ima mogućnost podešavanja sklopa volana i sjedala po visini te njihovu međusobnu udaljenost. Opterećenje se prilagođava preko ugrađene kočnice. Nožicom za podešavanje nagiba se prilagođava željeni nagib trake. Stalak za bicikl se također prirubnicom spaja s trenažerom za psa. Bicikl se postavi na stalak, osigura se od ispadanja te se preko valjka prenosi snaga potrebna za pokretanje trake. Opterećenje se i kod stacionarnog i osobnog bicikla podešava preko kočnice.

5.4. Odabir najboljeg koncepta

Najbolji koncept je odabran na osnovi glavnih potreba korisnika kao što su: cijena, jednostavnost korištenja, sigurnost, modularnost i sl.

Prednosti koncepta 1:

- Mogućnost finog podešavanja trake za trčanje
- Položaj stalka za bicikl nije strogo određen, može se postaviti na bilo kojoj udaljenosti od trenažera za psa, a ovisi samo o duljini električnog kabela koji povezuje uređaje
- Relativno male dimenzije samog stalka za bicikl
- Stalak za bicikl je jednostavan za korištenje
- Stalak za bicikl je siguran za korisnika

Nedostaci koncepta 1:

- Relativno visoka cijena električnog sustava u odnosu na mehanički prijenos
- Električne komponente kao što su baterija i elektromotor otežavaju sustav
- Buka elektromotora

Prednosti koncepta 2:

- Jednostavna izvedba
- Jednostavan mehanički prijenos snage

Nedostaci koncepta 2:

- Nemogućnost modularne izvedbe
- Relativno velike gabaritne dimenzije
- Otežano skladištenje i transport zbog relativno velikih dimenzija

Prednosti koncepta 3:

- Modularna izvedba
- Relativno male dimenzije stalka za bicikl
- Jednostavna izvedba
- Relativno niska cijena mehaničkog sustava prijenosa

Nedostaci koncepta 3:

- Položaj stacionarnog bicikla ili stalka za bicikl je strogo određen

Obzirom na navedene prednosti i nedostatke koncept 3 je odabran kao najbolje rješenje s obzirom na potrebe korisnika. Njegova modularna izvedba, relativno male dimenzije, mala masa, jednostavna izvedba te relativno niska cijena su vrijednosti zbog kojih je koncept 3 najbolje rješenje. Održavanje je jednostavno, a dijelovi su lako zamjenjivi i dostupni jer ne zahtijevaju kompliciranu izradu.

6. KONSTRUKCIJSKA RAZRADA TRENAŽERA

Nakon odabranog koncepta daljnjom razradom osmislić se konstrukcija koja će zadovoljiti sve potrebne zahtjeve.

Prvi korak prema razradi trenažera je provjera da li čovjek ima potrebnu snagu da biciklom pogoni trenažer za psa. Raspon snage biciklista ovisi o tome da li je vrhunski biciklist, amater, osoba mlađe ili starije dobi, o uvjetima vožnje i slično. Približne snage za dvije osnovne grupe prikazane su u tablici (Tablica 3).

Tablica 3. Snaga biciklista

	Snaga (W)	Način vožnje
$P_{BIC,min}$	250	Lagana vožnja
$P_{BIC,max}$	450	Težak uspon (vrhunski biciklisti)

Obzirom da i biciklist s najmanjom snagom treba moći pokretati trenažer za referentnu veličinu se iz tablice uzima manja vrijednost: $P_{BIC,min} = 250 \text{ W}$. Ukupna korisnost cijelog sustava od bicikla do trenažera se pretpostavlja $\eta_{uk} = 0,85$. Snaga potrebna da pas pokreće traku je preuzeta iz iskustvenih vrijednosti sličnog uređaja proizvođača traka za trčanje za pse *Jog A Dog* te za malu traku iznosi: $P_{TR} = 0,1864 \text{ kW} \cong 0,19 \text{ kW}$. Potrebna snaga za pokretanje trenažera određuje se iz izraza:

$$\eta_{uk} = \frac{P_{TR}}{P_{BIC}} \quad (1)$$

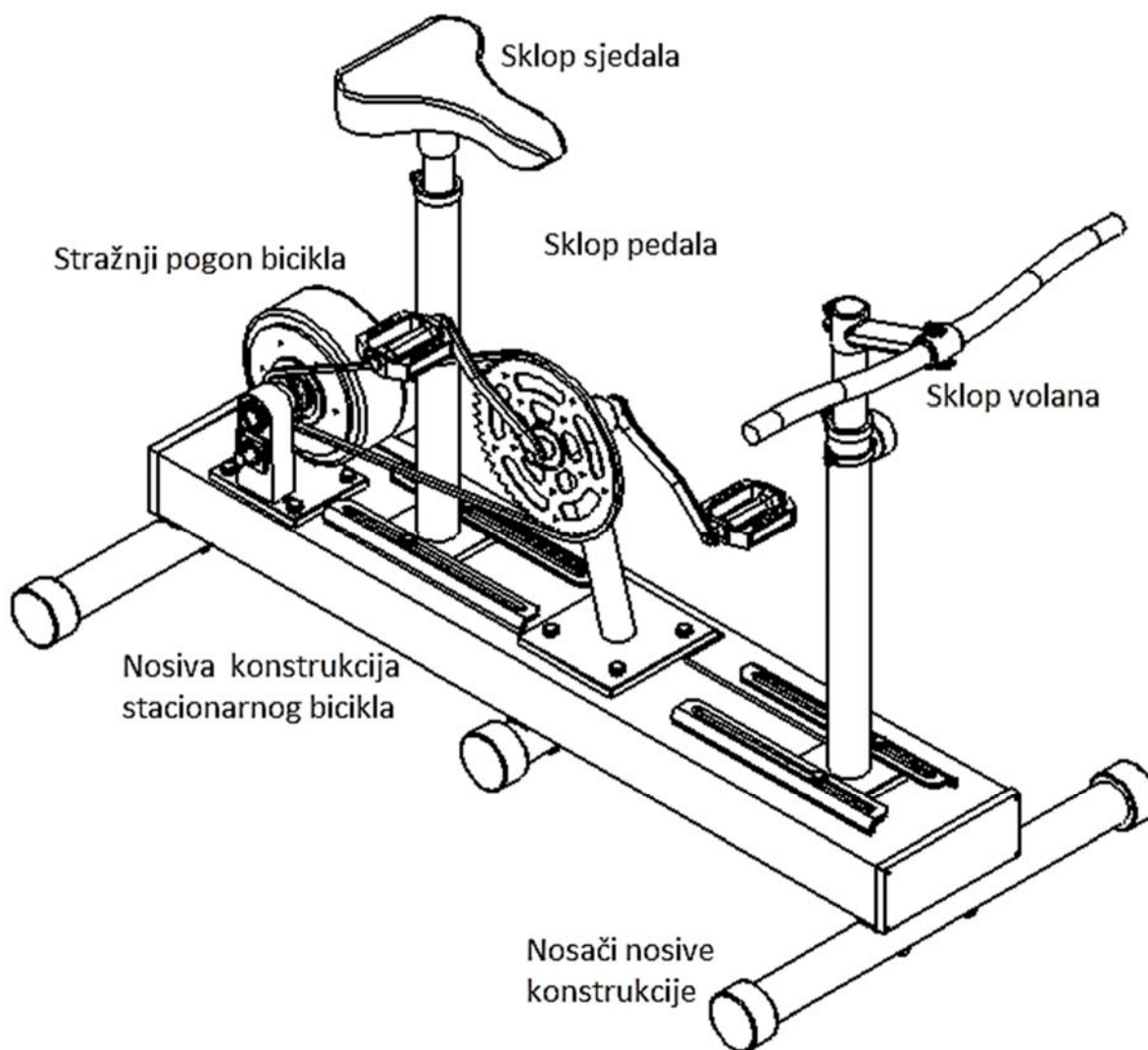
Uvrštavanjem podataka u izraz (1) i izlučivanjem nepoznanice dobije se:

$$P_{BIC} = \frac{P_{TR}}{\eta_{uk}} = \frac{0,19}{0,85} = 0,2235 \text{ kW} < P_{BIC,min} = 250 \text{ W} \quad (2)$$

Minimalna potrebna snaga da bi se traka pokretala je manja od minimalne snage koju može dati biciklist pri laganoj vožnji što znači da proračun zadovoljava.

6.1. Stacionarni bicikl

Stacionarni bicikl je jedan od glavnih sklopova uređaja, te se mogu uočiti sljedeći glavni podsklopovi i elementi koji ih povezuju: nosiva konstrukcija stacionarnog bicikla, nosači nosive konstrukcije, sklop pedala, sklopovi volana i sjedala, stražnji pogon bicikla (Slika 12).



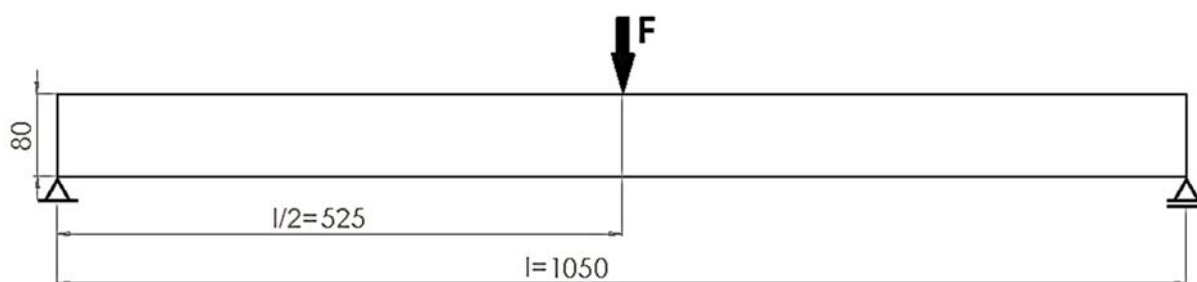
Slika 12. Prikaz stacionarnog bicikla

Za nosivu konstrukciju stacionarnog bicikla korištena je standardna cijev pravokutnog presjeka. Nosiva konstrukcija je osnovni podsklop i na njega se dalje nadovezuju drugi dijelovi i podsklopovi. Nosači nosive konstrukcije su standardne cijevi kružnog presjeka i vijcima su spojene s nosivom konstrukcijom. Sklop pedala sastoji se od pedala s lančanicom te nosive konstrukcije pedala koja je napravljena u zavarenoj izvedbi. Sklop sjedala sastoji se od sjedala, cijevi sjedala, obujmice za podešavanje visine sjedala, nosive konstrukcije sjedala napravljene u zavarenoj izvedbi, a sve je vijcima povezano s nosivom konstrukcijom

stacionarnog bicikla. Sklop volana sastoji se od cijevi volana, lule volana, obujmice za podešavanje visine volana, nosive konstrukcije volana napravljene u zavarenoj izvedbi koja je također vijcima povezana s nosivom konstrukcijom stacionarnog bicikla. Na nosivoj konstrukciji se još nalazi i stražnji pogon bicikla koji je vijcima pričvršćen za nosivu konstrukciju.

6.1.1. Nosiva konstrukcija stacionarnog bicikla

Nosiva konstrukcija stacionarnog bicikla je standardna cijev pravokutnog presjeka dimenzija 200x80 mm, debljine stijenke 6mm (odabrana iz kataloga Strojoprometa). Materijal cijevi je S235JRG2. Potrebno je proračunati da li cijev zadovoljava prilikom najvećeg opterećenja na sredini cijevi. Opterećenje na sredini cijevi je odabrano zbog sigurnosti da u nijednom trenutku upotrebljavanja, prenošenja ili skladištenja ne dođe do savijanja ili loma cijevi.



Slika 13. Opterećenje nosive konstrukcije stacionarnog bicikla

Naprezanje na savijanje se određuje iz izraza:

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W} < \sigma_{dop} \quad (3)$$

gdje se najveći moment savijanja M_f određuje iz izraza:

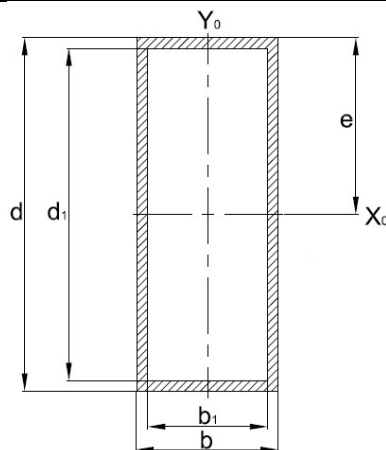
$$M_f = \frac{F \cdot l}{4} \quad (4)$$

a moment otpora presjeka W određuje iz izraza:

$$W = \frac{I}{e} \quad (5)$$

Momenti tromosti presjeka I_{Yo} pravokutne cijevi računa se prema izrazu:

$$I_{Yo} = \frac{d \cdot b^3 - d_1 \cdot b_1^3}{12} \quad (6)$$



Slika 14. Moment tromosti presjeka pravokutne cijevi

gdje su vrijednosti:

$$d = 200 \text{ mm}$$

$$d_1 = 188 \text{ mm}$$

$$b = 80 \text{ mm}$$

$$b_1 = 68 \text{ mm.}$$

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (6) dobije se:

$$I_{Y_0} = \frac{200 \cdot 80^3 - 188 \cdot 68^3}{12} = 3607232 \text{ mm}^4 \quad (7)$$

Uvrštavanjem duljine za točku najudaljeniju od neutralne osi $e = 100 \text{ mm}$ i vrijednosti iz izraza (7) u izraz (5) dobije se:

$$W = \frac{3607232}{100} = 36072,32 \text{ mm}^3 \quad (8)$$

Sila koja djeluje na cijev računa se prema izrazu:

$$F = m \cdot g \quad (9)$$

gdje su vrijednosti:

$$m = 150 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (9) dobije se:

$$F = 150 \cdot 9,81 = 1471,5 \text{ N} \quad (10)$$

Uvrštavanjem duljine cijevi $l = 1050 \text{ mm}$ i vrijednosti iz izraza (10) u izraz (4) dobije se:

$$M_f = \frac{1471,5 \cdot 1050}{4} = 386268,75 \text{ Nmm} \quad (11)$$

Uvrštavanjem vrijednosti iz izraza (11) i izraza (8) u izraz (3) dobije se:

$$\sigma_f = \frac{386268,75}{36072,32} = 10,70 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{dop} \quad (12)$$

Dopušteno naprezanje za čelik **S235JRG2** iznosi

$$\sigma_{dop} = 80 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}, \text{ prema [4], str. 533.}$$

Naprezanje u cijevi zadovoljava!

Naprezanje na smik određuje se prema izrazu

$$\tau_s = \frac{F}{A} < \tau_{dop} \quad (13)$$

gdje se vrijednost sile uzima iz izraza (10), a površina poprečnog presjeka pravokutne cijevi se računa prema izrazu:

$$A = b \cdot d - b_1 \cdot d_1 \quad (14)$$

gdje su vrijednosti:

$b = 80 \text{ mm}$, vanjski visina cijevi

$b_1 = 68 \text{ mm}$, unutarnja visina cijevi

$d = 200 \text{ mm}$, vanjski širina cijevi

$d_1 = 188 \text{ mm}$, unutarnja širina cijevi

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (18) dobije se:

$$A = 80 \cdot 200 - 68 \cdot 188 = 3216 \text{ mm}^2 \quad (15)$$

Uvrštavanjem izraza (10) i izraza (19) u izraz (13) dobije se:

$$\tau_s = \frac{1471,5}{3216} = 0,45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \tau_{dop} \quad (16)$$

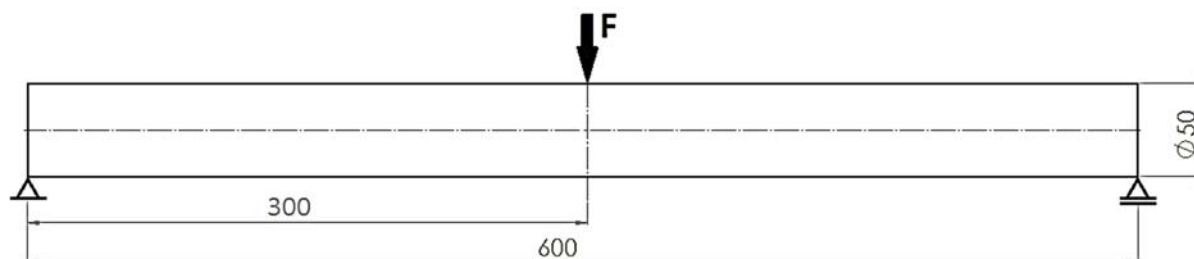
Tangencijalno dopušteno naprezanje za čelik **S235JRG2** iznosi

$$\tau_{dop} = 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Naprezanje u cijevi zadovoljava!

6.1.2. Nosači nosive konstrukcije stacionarnog bicikla

Od tri nosača koliko ih ima kod stacionarnog bicikla, dva krajnja su najviše opterećena te je njih potrebno provjeriti. Nosači su od standardne cijevi kružnog presjeka promjera $\varnothing 50 \text{ mm}$ i debljine stijenke 4 mm (odabrana iz kataloga Strojoprometa).



Slika 15. Opterećenje nosača nosive cijevi konstrukcije

Naprezanje na savijanje određuje se prema izrazu (3) gdje se najveći moment savijanja M_f određuje iz izraza (4), a moment otpora presjeka W za cijev kružnog presjeka određuje se iz izraza:

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} \quad (17)$$

gdje su vrijednosti:

$D = 50 \text{ mm}$, vanjski promjer cijevi

$d = 42 \text{ mm}$, unutarnji promjer cijevi.

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (17) dobije se:

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{50^4 - 42^4}{50} = 6158,92 \text{ mm}^3 \quad (18)$$

Sila koja djeluje na nosač nosive cijevi je pola ukupne sile koja djeluje na nosivu konstrukciju stacionarnog bicikla te iznosi $F = \frac{1471,5}{2} = 735,75 \text{ N}$. Uvrštavanjem vrijednosti za silu i duljinu cijevi $l = 600 \text{ mm}$ u izraz (4) dobije se rezultat za najveći moment savijanja cijevi:

$$M_f = \frac{735,75 \cdot 600}{4} = 110362,5 \text{ Nmm} \quad (19)$$

Uvrštavanjem izraza (18) i (19) u izraz (3) dobije se:

$$\sigma_f = \frac{110362,5}{6158,92} = 17,92 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{dop} \quad (20)$$

Naprezanje na smik određuje se prema izrazu (13) gdje je vrijednost sile $F = 735,75 \text{ N}$, a površina poprečnog presjeka cijevi se računa prema izrazu:

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \quad (21)$$

gdje su vrijednosti:

$D = 50 \text{ mm}$, vanjski promjer cijevi

$d = 42 \text{ mm}$, unutarnji promjer cijevi.

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (21) dobije se:

$$A = \frac{\pi \cdot (50^2 - 42^2)}{4} = 577,76 \text{ mm}^2 \quad (22)$$

Uvrštavanjem vrijednosti za silu i vrijednosti iz izraza (22) u izraz (13) dobije se:

$$\tau_s = \frac{735,75}{577,76} = 1,27 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \tau_{dop} \quad (23)$$

6.1.3. Kinematske vrijednosti stacionarnog bicikla

Snaga koja je potrebna da bi se trenažer za psa pokretao dolazi od biciklista. Biciklist okretanjem pedala pokreće cijeli sustav koji se sastoji od lančanog prijenosa, tarnog prijenosa te kardanskog vratila koje spaja stacionarni bicikl s varijatorom trenažera za psa koji naposljetku okreće pogonski valjak trake na kojoj pas trči.

Brzina vrtnje pedala ovisi o samom biciklistu te ih početnik okreće od 60 min^{-1} do 75 min^{-1} , dok je kod iskusnijih biciklista raspon od 75 min^{-1} do 90 min^{-1} . Za daljnji proračun se uzima vrijednost od 60 min^{-1} kao referenta veličina.

Prijenosni omjer lančanog prijenosnika se računa prema izrazu:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} \quad (24)$$

gdje su vrijednosti

$Z_1 = 13$, broj zubi manjeg lančanika

$Z_2 = 51$, broj zubi većeg lančanika.

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (27) dobije se:

$$i = \frac{51}{13} = 3,923 \quad (25)$$

Brzina vrtnje manjeg lančanika iznosi:

$$n_1 = i \cdot n_2 = 3,923 \cdot 60 = 235,38 \text{ min}^{-1} = 3,923 \text{ s}^{-1} \quad (26)$$

Brzina vrtnje manjeg lančanika n_1 je jednaka brzina tarenice 1 koja se nalazi na istom vratilu.

Brzina vrtnje tarenice 2 je također jednaka brzini vrtnje tarenice 1 jer su jednakih promjera (Slika 12). Iz ovog proizlazi da je brzina vrtnje izlaznog vratila jednaka brzini vrtnje manjeg lančanika.

6.1.4. Predizbor odgovarajućeg lanca

Odgovarajući lanac se odabire prema sljedećem izrazu:

$$P_D = \frac{P}{m' \cdot k} \quad (27)$$

gdje su vrijednosti:

$m' = 1$, faktor nošenja lanca

$k = 0,66$, faktor snage

a najveća snaga koja se prenosi odabrana je iz tablice (Tablica 3) $P = 0,45$ kW.

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (27) dobije se:

$$P_D = \frac{0,45}{1 \cdot 0,66} = 0,681 \text{ kW} \quad (28)$$

S izračunatom udarnom snagom P_D i brzinom vrtnje n_1 odabire se odgovarajući **lanac 08 B**.

Vučna sila koja se javlja u lancu računa se prema izrazu:

$$F_{vuč} = \frac{P}{v} \quad (29)$$

gdje je vrijednost $P = 0,45$ kW najveća snaga koja se prenosi, a obodna brzina v lančanika se računa prema izrazu:

$$v = d_{1,l} \cdot \pi \cdot n_{1,l} \quad (30)$$

gdje se promjer diobene kružnice lančanika računa prema izrazu:

$$d_{1,l} = \frac{p}{\sin \alpha} \quad (31)$$

a vrijednost koraka $p = 12,75$ mm, te se kut α računa iz izraza:

$$2\alpha = \frac{360^\circ}{z} \quad (32)$$

Uvrštavanjem vrijednosti $z = 13$ u izraz (32) dobije se:

$$2\alpha = \frac{360^\circ}{13} = 27,692^\circ \quad (33)$$

iz čega proizlazi :

$$\alpha = 13,846^\circ \quad (34)$$

Uvrštavanjem vrijednosti α u izraz (31) dobije se:

$$d_{1,l} = \frac{12,75}{\sin(13,846^\circ)} = 53,277 \text{ mm} \quad (35)$$

Uvrštavanjem vrijednosti $d_{1,l}$, $n_{1,l}$ u izraz (30) dobije se vrijednost obodne brzine lančanika:

$$v = 0,053 \cdot \pi \cdot 3,923 = 0,652 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2,350 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad (36)$$

6.1.5. Kočnica

Na vratilu manjeg lančanika nalazi se kočnica čija je svrha da simulira opterećenje dok vozi stacionarni bicikl. Moment kočenja kočnice mora biti veći od nazivnog momenta koji se računa prema izrazu:

$$T_1 = \frac{P}{\omega_1} \quad (37)$$

gdje je $P = 0,45 \text{ kW}$ najveća snaga koja se prenosi, a kutna brzina ω_1 se računa prema izrazu:

$$\omega_1 = 2 \cdot \pi \cdot n_1 \quad (38)$$

Uvrštavanjem izraza (26) u izraz (38) dobije se:

$$\omega_1 = 2 \cdot \pi \cdot 3,923 = 24,636 \text{ s}^{-1} \quad (39)$$

Uvrštavanjem u izraz (37) dobije se:

$$T_1 = \frac{450}{24,636} = 16,89 \text{ Nm} \quad (40)$$

Odabrana je kočnica s magnetnim prahom **FZ 25K-1** momenta kočenja $T_{koč} = 25 \text{ Nm}$.

Koncepcija i konstrukcija magnetske kočnice ili spojke temelji se na elektromagnetskoj teoriji i korištenju magnetnog praha. Prah ima linearnu karakteristiku između struje magnetiziranja i prenošenja momenta. Prednosti magnetne kočnice su brzi odaziv, jednostavna konstrukcija, nema zagađivanja okoliša, nema buke, udara, vibracija i sl. Magnetne kočnice se koriste kod pogona strojeva kao što su dinamometri, kao ublaživači kod pokretanja, zaštita od preopterećenja, kontrola brzine vrtnje i sl..

Ista kočnica se zbog istih parametara upotrebljava i na pogonskom sklopu stalka za bicikl.

6.1.6. Vratilo manjeg lančanika

Najmanji promjer vratila se računa prema izrazu:

$$d_{min} = \sqrt[3]{\frac{T_1}{0,2 \cdot \tau_{dop}}} \quad (41)$$

gdje se vrijednost T_1 uvrštava iz izraza (40), a dopušteno tangencijalno naprezanje za čelik RSt 42-2 iznosi $\tau_{dop} = 18 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

Uvrštavanjem se dobije:

$$d_{min} = \sqrt[3]{\frac{16890}{0,2 \cdot 18}} = 16,74 \text{ mm} \quad (42)$$

Odabrani promjer (iz konstrukcijskih razloga) iznosi: $d_{odabrani} = 25 \text{ mm}$.

Provjera naprezanja vratila odabranog presjeka se računa prema izrazu (3), a moment otpora presjeka W se računa prema izrazu:

$$W \approx 0,1 \cdot d_{VR}^3 = 0,1 \cdot 25^3 = 1562,5 \text{ mm}^2 \quad (43)$$

gdje je $d_{VR} = 25 \text{ mm}$ odabrani promjer vratila.

Najveći moment se dobije iz izraza:

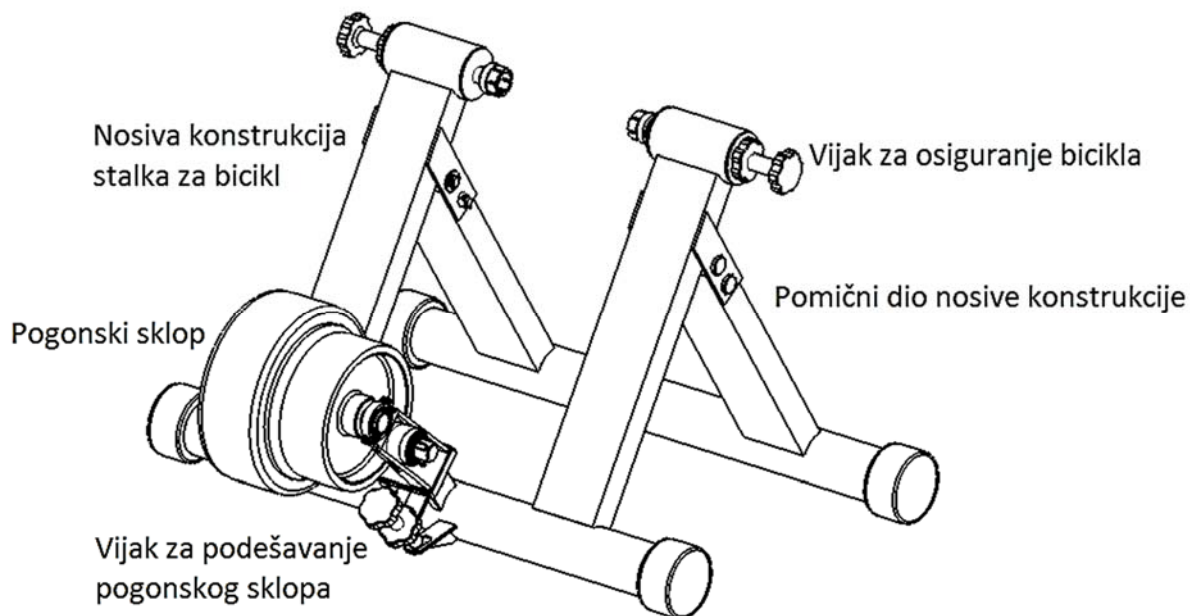
$$M = F \cdot r = 690,18 \cdot \frac{53,27}{2} = 18382,95 \text{ mm} \quad (44)$$

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (3) dobije se:

$$\sigma_f = \frac{M}{W} = \frac{18382,95}{1562,5} = 11,76 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{dop} = 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (45)$$

6.2. Stalak za bicikl

Stacionarni bicikl je sljedeći od glavnih sklopova uređaja, te se mogu uočiti sljedeći glavni podsklopovi i elementi koji ih povezuju: nosiva konstrukcija stalka za bicikl, pomični dio nosive konstrukcije, pogonski sklop, vijak za podešavanje pogonskog sklopa, vijak za osiguranje bicikla (Slika 16).



Slika 16. Prikaz stalka za bicikl

Nosiva konstrukcija stalka za bicikl je izrađena u zavarenoj izvedbi te su korištene standardne cijevi pravokutnog presjeka. Nosiva konstrukcija stalka za bicikl je osnovni podsklop i na njega se dalje nadovezuju drugi dijelovi i podsklopovi. Pomični dio nosive konstrukcije je također izveden u zavarenoj izvedbi od standardnih cijevi pravokutnog presjeka i osovnicama je spojen s nosivom konstrukcijom. Pogonski sklop se sastoji od magnetne kočnice valjka kojeg okreće kotač bicikla kad se prisloni na njega, a unutarnji dio valjka služi kao tarenica koja je u kontaktu s drugom tarenicom koja se nalazi na izlaznom vratilu. Cijeli pogonski sklop se nalazi na nosaču pogonskog sklopa koji je izveden u zavarenoj izvedbi, a s nosivom konstrukcijom je povezanom osovnicom koja mu omogućava pomicanje. Vijak za podešavanje pogonskog sklopa dovodi pogonski sklop u dodir s kotačem, a položaj ovisi o veličini kotača. Na vijku za podešavanje pogonskog sklop se nalazi i vijak za osiguranje pogonskog sklopa da ne bi došlo do neželjenih pomaka. Vijak za osiguranje bicikla služi da se bicikl može učvrstiti na stalak te osigurati od ispadanja tijekom korištenja uređaja. On također ima vijak za osiguranje da ne bi došlo do neželjenih pomaka.

6.2.1. Kinematske vrijednosti stalka za bicikl

Pogonski sustav stalka za bicikl se sastoji od valjka, tarnog prijenosa između unutarnjeg dijela valjka i tarenice koja se nalazi na izlaznom vratilu. Za referentnu brzinu vrtnje pedala se kao i kod stacionarnog bicikla uzima vrijednost od 60 min^{-1} .

Prijenosni omjer lančanog prijenosnika se računa prema izrazu (24) gdje su vrijednosti

$Z_1 = 13$, broj zubi manjeg lančanika

$Z_2 = 51$, broj zubi većeg lančanika.

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (24) dobije se:

$$i = \frac{51}{13} = 3,923 \quad (46)$$

Brzina vrtnje manjeg lančanika iznosi:

$$n_1 = i \cdot n_2 = 3,923 \cdot 60 = 235,38 \text{ min}^{-1} = 3,923 \text{ s}^{-1} \quad (47)$$

Brzina vrtnje manjeg lančanika n_1 je jednaka brzini vrtnje kotača, te se uvrštavanjem vrijednosti promjera kotača $d_{KOT} = 652 \text{ mm}$ i promjera valjka $d_{VALJ} = 140 \text{ mm}$ izračuna prijenosi omjer:

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{d_{KOT}}{d_{VALJ}} = \frac{652}{140} = 4,65 \quad (48)$$

Brzina vrtnje valjka iznosi:

$$n_{VALJ} = i \cdot n_{KOT} = 4,65 \cdot 235,38 = 1094,51 \text{ min}^{-1} \quad (49)$$

Tarenica 1 je unutarnji dio valjka, a njezin promjer iznosi $d_{T_1} = 124 \text{ mm}$, a promjer tarenice 2 iznosi $d_{T_2} = 25 \text{ mm}$. Uvrštavanjem u izraz za prijenosi omjer dobije se:

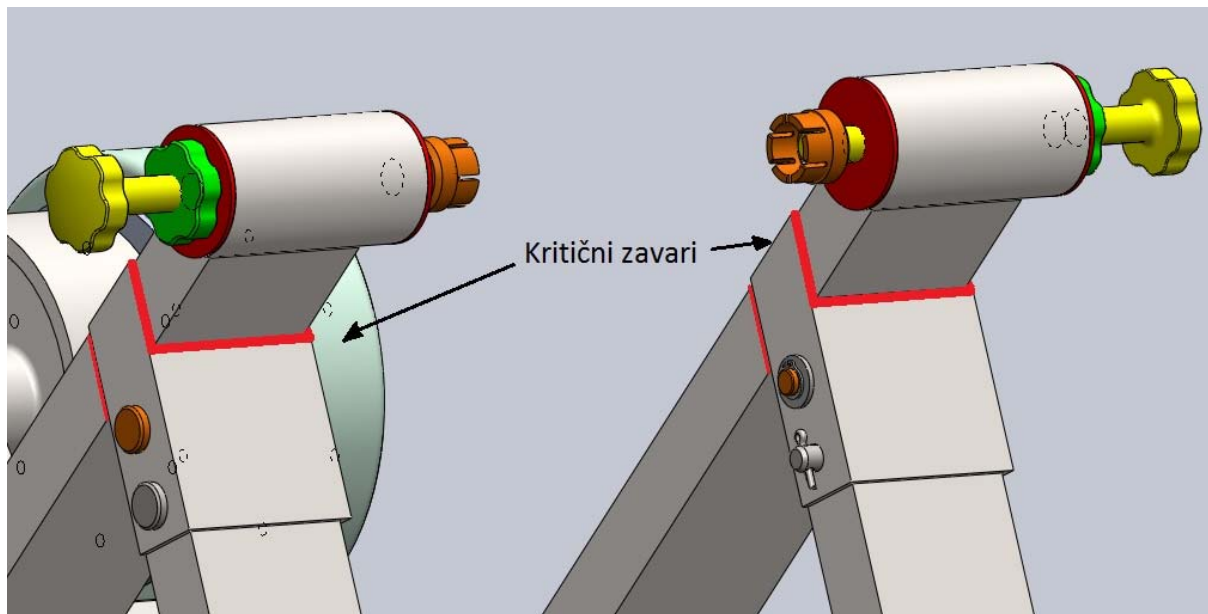
$$i = \frac{d_{T_2}}{d_{T_1}} = \frac{124}{25} = 4,96 \quad (50)$$

Brzina vrtnje tarenice 2 koja je jednaka brzini vrtnje valjka iznosi:

$$n_{T_2} = \frac{n_{VALJ}}{i} = \frac{1094,51}{4,96} = 220,67 \text{ min}^{-1} \quad (51)$$

6.2.2. Kritični zavar

Kritični zavar koji je potrebno proračunati je spoj nosive konstrukcije stalka i pomičnog dijela nosive konstrukcije na stalku prikazan na slici (Slika 17).



Slika 17. Kritični zavori

Sila koja opterećuje stalak za bicikl je sila koja proizlazi iz mase biciklista dok sjedi na biciklu pričvršćenom na stalak te iznosi: $F = 150 \cdot 9,81 = 1471,5$ N. Lijevi i desni dio stalka podjednako nosi opterećenje te sila koja opterećuje zavare iznosi:

$$F_{zav} = \frac{F}{2} = \frac{1471,5}{2} = 737,75 \text{ N} \quad (52)$$

Minimalna veličina zavora se određuje iz izraza:

$$a_{min} = (0,2 \text{ do } 0,5) \cdot t \quad (53)$$

gdje debljina tanje stijenke iznosi $t = 3$ mm. Iz izraza se dobije:

$$a_{min} = 0,6 \text{ mm do } 1,5 \text{ mm} \quad (54)$$

Odabrana veličina zavora je $a_{zav} = 1$ mm.

Najviše su opterećeni bočni dijelovi zavora te njihova ukupna površina iznosi:

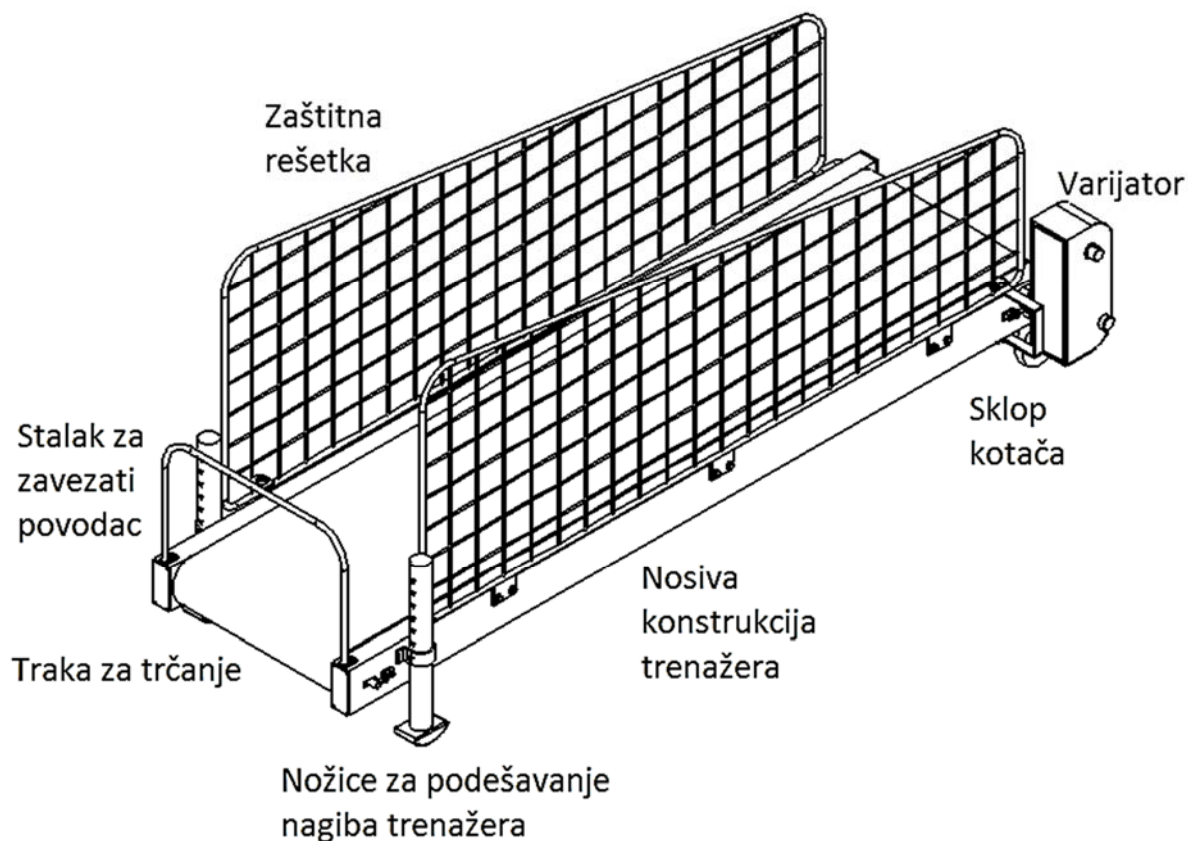
$$A_{zav} = (33,9 \cdot 1 \cdot 2) \cdot 2 = 135,6 \text{ mm}^2 \quad (55)$$

Naprezanje u zavarima iznosi:

$$\tau_{zav} = \frac{F_{zav}}{A_{zav}} = \frac{737,75}{135,6} = 5,44 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \tau_{dop} = 70 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (56)$$

6.3. Trenažer za psa

Trenažer za psa je zadnji od glavnih sklopova uređaja te se mogu uočiti sljedeći glavni podsklopovi i elementi koji ih povezuju: sklop nosive konstrukcije trenažera, zaštitna rešetka, stalak za zavezati povodac, nožice za podešavanje nagiba trenažera, traka za trčanje, varijator, sklop kotača (Slika 18).



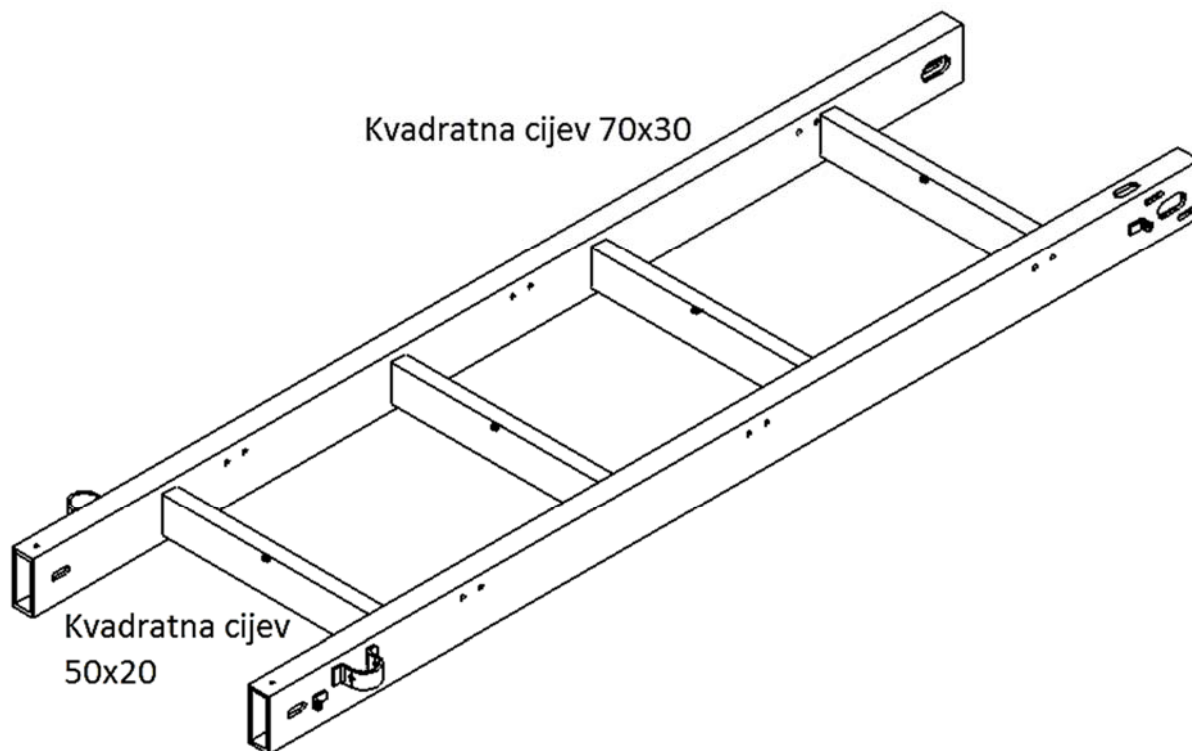
Slika 18. Trenažer za psa

Nosiva konstrukcija trenažera za psa je izrađena u zavarenoj izvedbi te su korištene standardne cijevi pravokutnog presjeka. Nosiva konstrukcija trenažera za psa je osnovni podsklop i na njega se dalje nadovezuju drugi dijelovi i podsklopovi. Zaštitna rešetka je također izvedena u zavarenoj izvedbi od standardnih šipki kružnog presjeka i vijcima je spojen s nosivom konstrukcijom. Stalak za zavezati povodac je također izveden u zavarenoj izvedbi od standardnih cijevi kružnog presjeka i vijcima je spojen s nosivom konstrukcijom. Nožice za podešavanje nagiba trenažera su izrađene u zavarenoj izvedbi te su osovinicama spojene s nosivom konstrukcijom. Traka za trčanje je od gume te je postavljena na dasku te sklop pogonskog i gonjenog valjka. Varijator je postavljen na vratilo pogonskog valjka i

vijcima je spojen na nosač varijatora. Sklop kotača je povezan zavarenim spojem s nosivom konstrukcijom.

6.3.1. Nosiva konstrukcija trenažera za psa

Nosiva konstrukcija trake se proračunava na najveću nosivost trake tj. najveću težinu psa uz dodanu sigurnost te prema proizvođačima traka za trčanje za pse iznosi $m_p = 68$ kg.



Slika 19. Nosiva konstrukcija trenažera za psa

Naprezanje kvadratne cijevi 50x20 mm, debljine stijenke 3mm se računa prema izrazu (3), gdje se vrijednost momenta računa prema izrazu (4), moment otpora presjeka W prema izrazu (5), momenti tromosti presjeka I_{X0} pravokutne cijevi iznosi:

$$I_{X0} = \frac{20 \cdot 50^3 - 14 \cdot 44^3}{12} = 108952 \text{ mm}^4 \quad (57)$$

$$W_x = \frac{I_x}{e} = \frac{108952}{25} = 4358,08 \text{ mm}^2 \quad (58)$$

za $e = 25$ mm.

Najveća sila iznosi $F = m_p \cdot g = 68 \cdot 9,81 = 667,08 \text{ N}$, a sila koja djeluje na cijev iznosi

$$F_1 = \frac{F}{4} = \frac{667,08}{4} = 166,77 \text{ N}.$$

Najveći moment iznosi

$$M_{max} = \frac{F_1 \cdot l}{4} = \frac{166,77 \cdot 300}{4} = 1250,75 \text{ Nmm} \quad (59)$$

za duljinu cijevi $l = 300 \text{ mm}$.

Naprezanje iznosi:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_{pravokutnika}} = \frac{12507,75}{4358,08} = 2,87 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{dop} = 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (60)$$

Naprezanje kvadratne cijevi 70x30 mm, debljine stijenke 4 mm se također računa prema izrazu (3). Reakcije u osloncima (Slika 20) se dobiju iz izraza:

$$\sum F_y = 0: F_A - \frac{F}{8} - \frac{F}{8} - \frac{F}{8} - \frac{F}{8} + F_B = 0 \quad (61)$$

$$\sum M_A = 0: \frac{F}{8} \cdot 190 + \frac{F}{8} \cdot 510 + \frac{F}{8} \cdot 790 + \frac{F}{8} \cdot 1100 - F_B \cdot 1300 = 0 \quad (62)$$

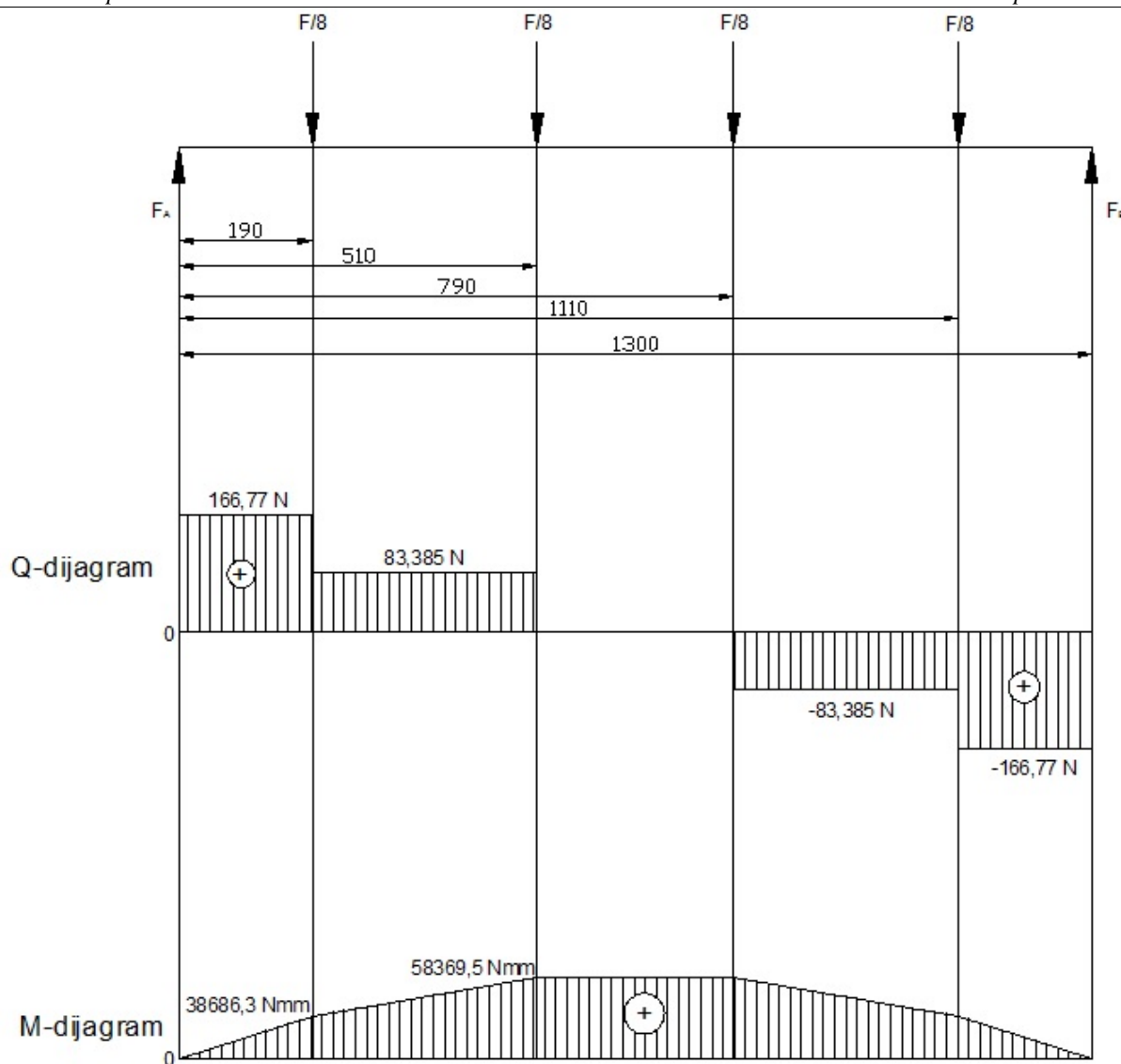
Za $\frac{F}{8} = 83,385$ dobije se iz izraza (61) i (62) dobiju se vrijednosti reakcije u osloncima:

$$F_B = 166,77 \text{ N}$$

$$F_A = 166,77 \text{ N}$$

Reakcije u osloncima i najveći moment je prikazan na slici (Slika 20). Najveći moment iznosi

$$M_{max} = 58369,5 \text{ Nmm}.$$



Slika 20. Djelovanje sila i momenata na cijev 70x30 mm

Momenti tromosti presjeka I_{X0} pravokutne cijevi 70x30 mm iznosi:

$$I_{X0} = \frac{30 \cdot 70^3 - 22 \cdot 62^3}{12} = 420565,33 \text{ mm}^2 \quad (63)$$

Moment otpora presjeka W_x , uz $e = 35\text{mm}$ iznosi:

$$W_x = \frac{420565,33}{35} = 12016,15 \text{ mm}^3 \quad (64)$$

Naprezanje iznosi:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_{pravokutnika}} = \frac{58369,5}{12016,15} = 4,85 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{dop} \quad (65)$$

6.3.2. Osovinica nožice za podešavanje nagiba trenažera

Naprezanje osovinice nožice za podešavanje nagiba trenažera se izračunava prema izrazu (3), gdje se vrijednost momenta računa prema izrazu (4), moment otpora presjeka W prema izrazu (43). Sila koja djeluje iznosi četvrtinu najveće sile. Najveći moment za duljinu osovinice $l = 33$ mm prema izrazu (4) iznosi:

$$M = \frac{F^* \cdot l}{4} = \frac{\frac{F}{4} \cdot 33}{4} = \frac{\frac{1020,24}{4} \cdot 33}{4} = 2104,245 \text{ Nmm} \quad (66)$$

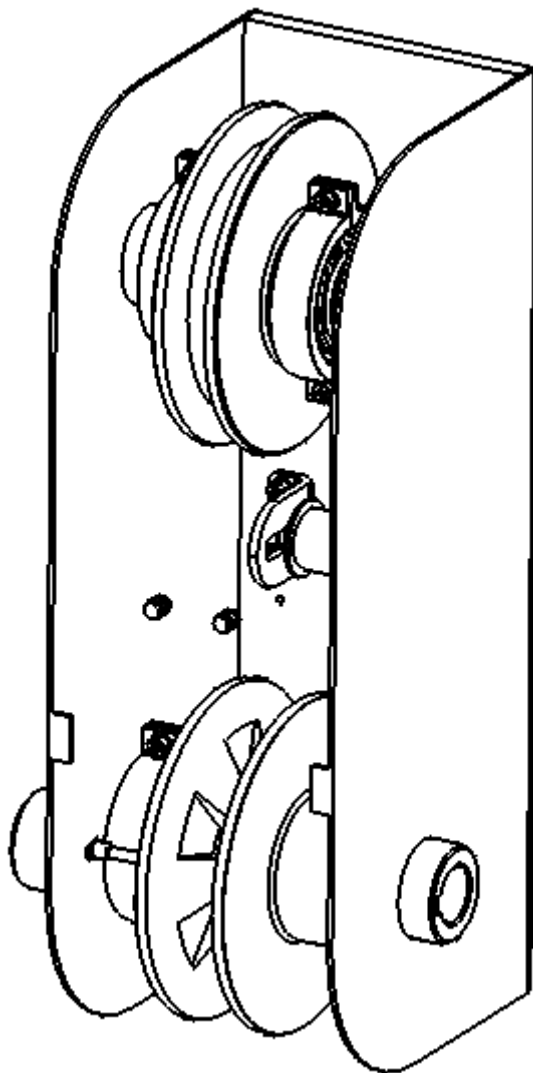
Iz izraza (3) te vrijednosti dopuštenog naprezanja $\sigma_{dop} = 105 \text{ N/mm}^2$ (čelik E360) dobije se potreban promjer osovinice:

$$d_{o,2} > \sqrt[3]{\frac{M}{0,1 \cdot \sigma_{dop}}} = \sqrt[3]{\frac{2104,245}{0,1 \cdot 105}} = 5,85 \text{ mm} \quad (67)$$

Odabrani promjer iznosi $d_{o,2} = 6 \text{ mm}$.

6.3.3. Varijator

Varijator (Slika 21) je jedan od glavnih podsklopova trenadžera za psa, a njegova svrha je podešavanje brzine vrtnje trake za trčanje. Sastoji se od remenica i remena, s tim da je jedna remenica nepomična dok je druga pomična te joj se mijenja promjer na kojem se remen giba.



Slika 21. Varijator

Brzina vrtnje ulaznog vratila varijatora jednaka je brzini vratila kardanskog vratila koje spaja trenadžer sa stacionarnim biciklom ili sa stalkom za bicikl. Brzina vrtnje kardanskog vratila za slučaj kad je spojeno s stacionarnim biciklom je jednaka brzini vrtnje izlaznog vratila pogonskog sklopa na kojem se nalazi tarenica 2, a ta je jednaka brzini vrtnje tarenice 1 zbog istih dimenzija što je nadalje jednako brzini vrtnje lančanika te prema izrazu (26) iznosi $n_1 = n_{T_1} = n_{T_2} = 235,38 \text{ min}^{-1}$. Promjer remenice 1 iznosi $D_1 = 57 \text{ mm}$, promjer zatezne

remenice iznosi $D_3 = 12 \text{ mm}$, a promjeri remenice 2 iznose $D_{2,min} = 21,55 \text{ mm}$ i $D_{2,max} = 29,43 \text{ mm}$.

Prijenosi omjeri varijatora iznose:

$$i_{R_{min}} = \frac{D_{2,min}}{D_1} = \frac{21,55}{57} = 0,378 \quad (68)$$

$$i_{R_{min}} = \frac{D_{2,max}}{D_1} = \frac{29,43}{57} = 0,516 \quad (69)$$

Maksimalna i minimalna brzina vrtnje remenice 2 iznosi:

$$\begin{aligned} n_{R_{2,max}} &= \frac{n_{R_1}}{n_{R_{min}}} = \frac{235,38}{0,378} = 622,70 \text{ min}^{-1} \\ n_{R_{2,min}} &= \frac{n_{R_1}}{n_{R_{max}}} = \frac{235,38}{0,516} = 456,16 \text{ min}^{-1} \end{aligned} \quad (70)$$

Maksimalna i minimalna brzina vrtnje pogonskog valjka trake za trčanje je jednaka maksimalnoj i minimalnoj brzini vrtnje remenice 2.

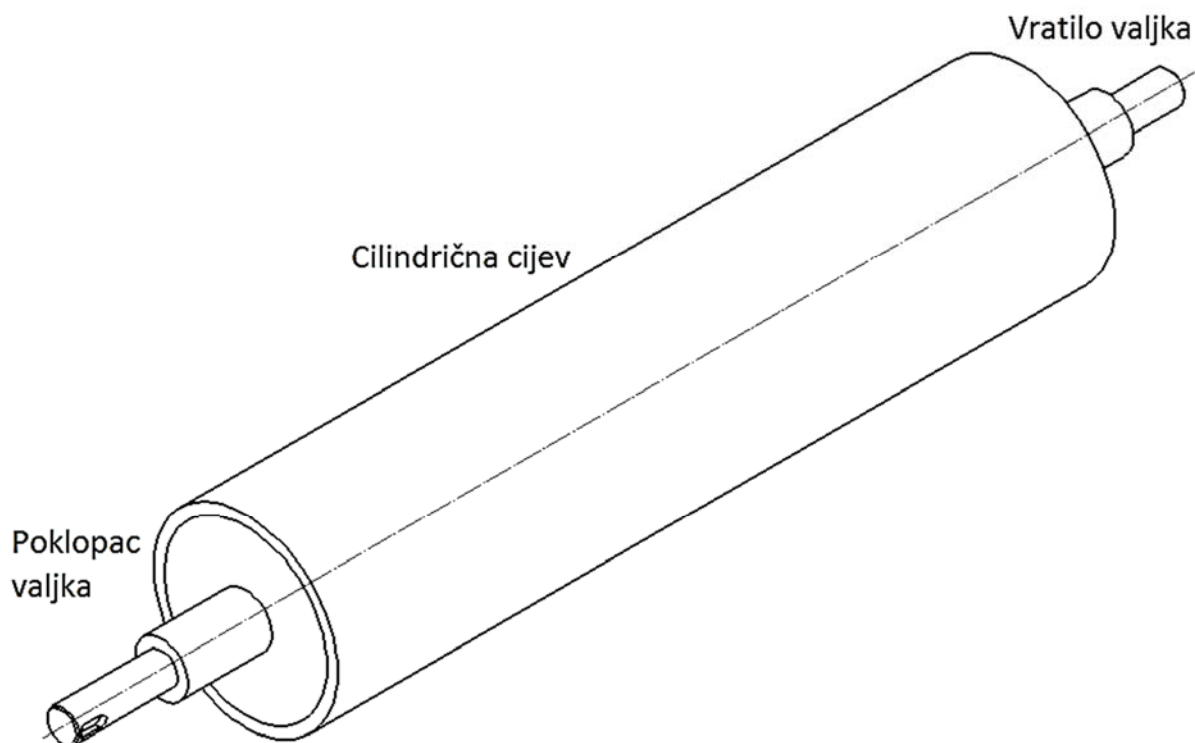
Za slučaj kad je kardansko vratilo spojeno sa stalkom za bicikl, brzina vrtnje kardanskog vratila je jednaka brzini vrtnje izlaznog vratila pogonskog sklopa na kojem se nalazi tarenica 2, te prema izrazu (51) iznosi $n_{T_2} = n_{R_1} = 220,67 \text{ min}^{-1}$.

Maksimalna i minimalna brzina vrtnje remenice 2 iznosi:

$$\begin{aligned} n_{R_{2,max}} &= \frac{n_{R_1}}{n_{R_{min}}} = \frac{220,67}{0,378} = 583,78 \text{ min}^{-1} \\ n_{R_{2,min}} &= \frac{n_{R_1}}{n_{R_{max}}} = \frac{220,67}{0,516} = 427,65 \text{ min}^{-1} \end{aligned} \quad (71)$$

6.3.4. Sklop pogonskog valjka trake za trčanje

Pogonski valjak se sastoji od cilindrične cijevi dimenzija $\varnothing 70 \times 296$ mm, osovine valjka i poklopca valjka. Brzina vrtnje pogonskog valjka jednaka je brzini vrtnje remenice 2 te ovisi o tome da li je trenažer spojen sa stacionarnim biciklom ili je spojen sa stalkom za bicikl.



Slika 22. Pogonski valjak

Obodna brzina pogonskog valjka koja je jednaka brzini trake na kojoj pas trči kad je trenažer spojen sa stacionarnim biciklom iznosi:

$$v_{VALJ_{max}} = d_{VALJ} \cdot \pi \cdot n_{VALJ_{max}} = 0,07 \cdot \pi \cdot \frac{622,70}{60} = 2,281 \frac{m}{s} = 8,21 \frac{km}{h}$$

$$v_{VALJ_{min}} = d_{VALJ} \cdot \pi \cdot n_{VALJ_{min}} = 0,07 \cdot \pi \cdot \frac{456,16}{60} = 1,671 \frac{m}{s} = 6,01 \frac{km}{h} \quad (72)$$

Obzirom da se potrebna brzina trčanja psa preporuča u rasponu od 6 km/h do 8 km/h, proračun zadovoljava.

Obodna brzina pogonskog valjka koja je jednaka brzini trake na kojoj pas trči kad je trenažer spojen sa stalkom za bicikl iznosi:

$$v_{VALJ_{max}} = d_{VALJ} \cdot \pi \cdot n_{VALJ_{max}} = 0,07 \cdot \pi \cdot \frac{583,78}{60} = 2,138 \frac{m}{s} = 7,69 \frac{km}{h} \quad (73)$$

$$v_{VALJ_{min}} = d_{VALJ} \cdot \pi \cdot n_{VALJ_{min}} = 0,07 \cdot \pi \cdot \frac{427,65}{60} = 1,566 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 5,63 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

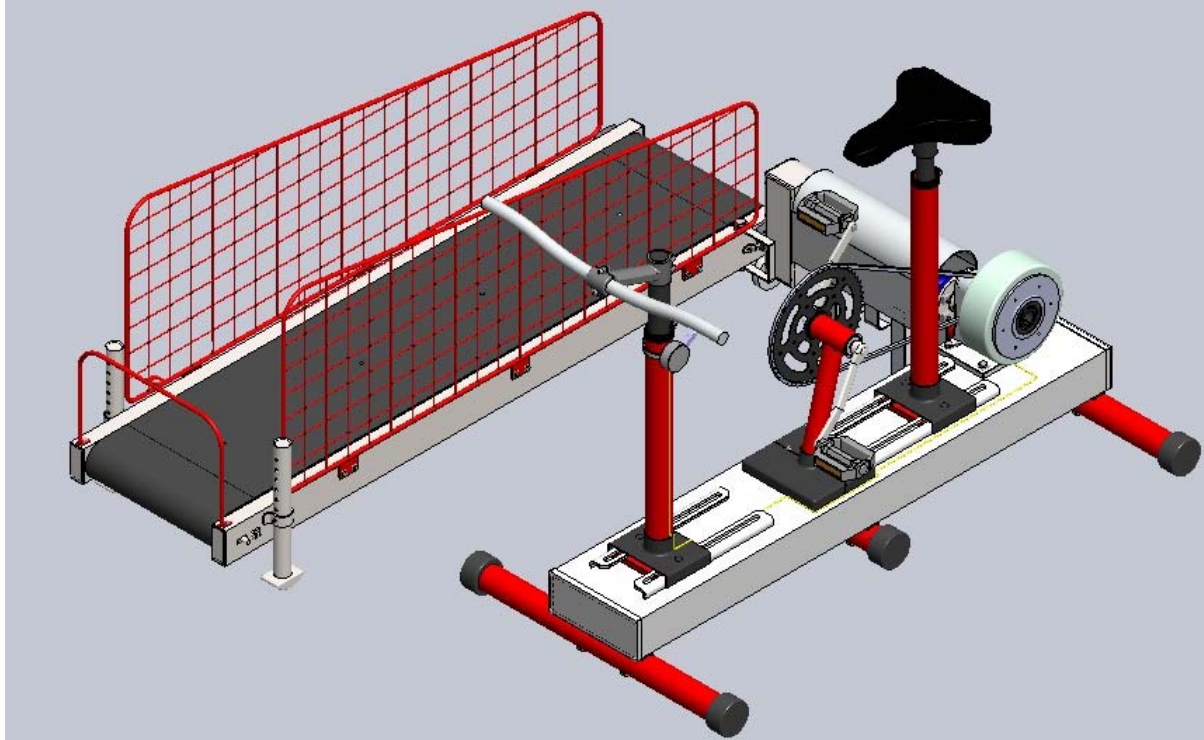
Obavljeni proračun također zadovoljava.

7. PRIKAZ 3D MODELA

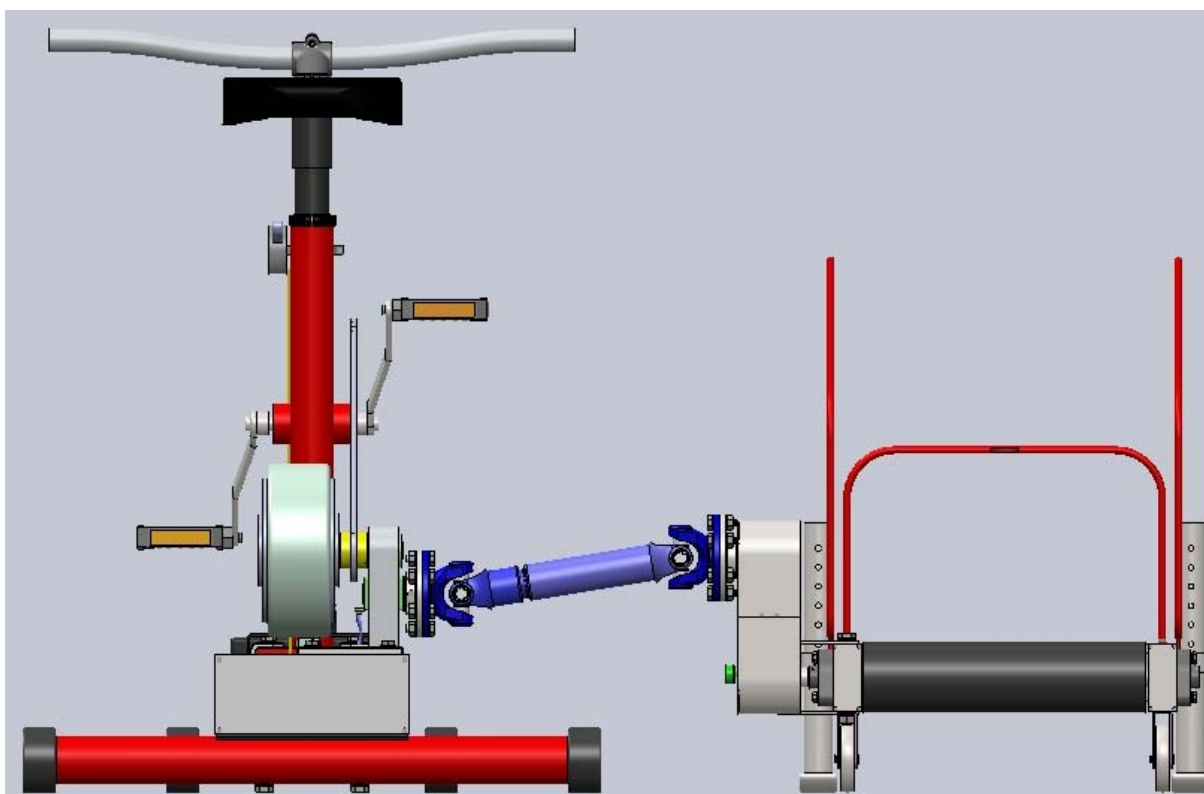
U ovom poglavlju je prikazan računalni 3D model trenažera za pse pokretanog ljudskom snagom pomoću bicikla koji je nastao kao razrada konstrukcijskih rješenja. Trenažer je modularnog tipa te ima mogućnost spajanja stacionarnog bicikla (Slika 23Slika 25) ili stalka za osobni bicikl (Slika 26). Okretanjem pedala čovjek pokreće trenažer za pse, odnosno okretanjem pedala okreće se lanac koji pokreće lančanik koji se nalazi na istom vratilu kao i tarenica 1 koja je u dodiru s tarenicom 2 koja se nalazi na izlaznom vratilu pogonskog sklopa. Pogonski sklop stacionarnog bicikla se sastoji od kočnice s magnetnim prahom, vratila na kojem se nalazi lančanik i tarenica 1 te izlaznog vratila na kojem se nalazi tarenica 2 (Slika 24).

Na izlazno vratilo pogonskog sklopa priključeno je teleskopsko kardansko vratilo koje prenosi snagu do trenažera (Slika 24). Drugi kraj prethodno navedenog vratila spojeno je na ulazno vratilo varijatora. Varijator se sastoji od ulaznog vratila na kojem se nalazi remenica 1, zatezne remenice te pomične remenice 2 kojoj se može podešavati nazivni promjer. Čovjek pomoću kotačića podešava udaljenost lijeve i desne strane brida remenice 2, odnosno utječe na brzinu vrtnje izlaznog vratila varijatora. Brzina vrtnje izlaznog vratila varijatora jednaka je brzini vrtnje pogonskog valjka trenažera. Pogonski valjak trenažera pokreće traku na kojoj pas trči, a brzina vrtnje trake ovisi o vlasnikovim željama kolikim tempom i brzinom će pas trčati, što vlasnik podešava pomoću vijka koji se nalazi na varijatoru.

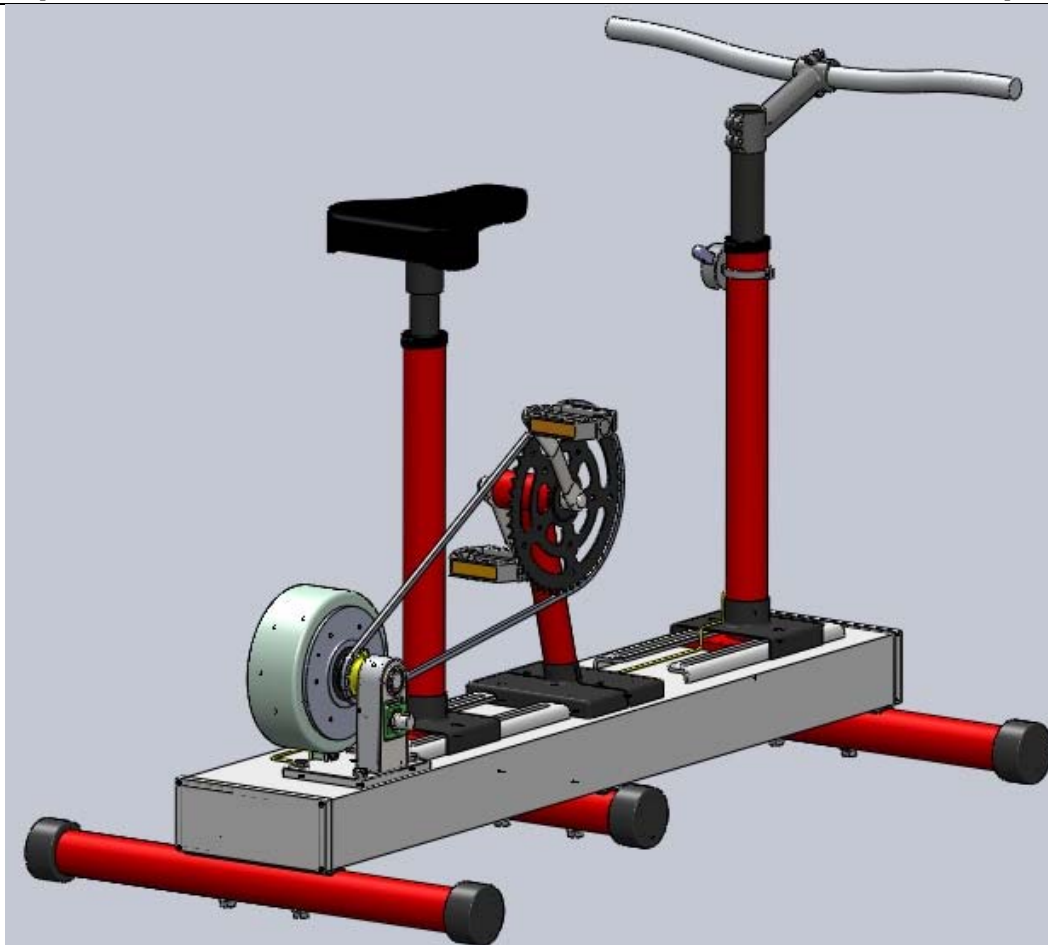
Osmišljeno je da je prije samog pokretanja uređaja potrebno podesiti sve parametre uređaja, odnosno brzinu kojoj će pas trčati te nagib trenažera. Nagib trenažera podesiv je pomoću nožica za podešavanje nagiba, a vodeći se pozitivnim iskustvima sličnih uređaja, predviđeni maksimalni nagib je pod kutom od 11° . Prije početka korištenja stacionarnog bicikla, čovjek uređaj prilagođava svojim individualnim potrebama, odnosno podešava visinu sjedala i visinu volana te njihovu međusobnu udaljenost kako bi ergonomske zahtjevi bili udovoljeni. Također je bitno napomenuti kako tijekom korištenja čovjek ima mogućnost podešavanja opterećenja okretanja pedala pomoću kočnice sa magnetnim prahom koja u slučaju opasnosti ima mogućnost zaustavljanja cijelog sustava uređaja.



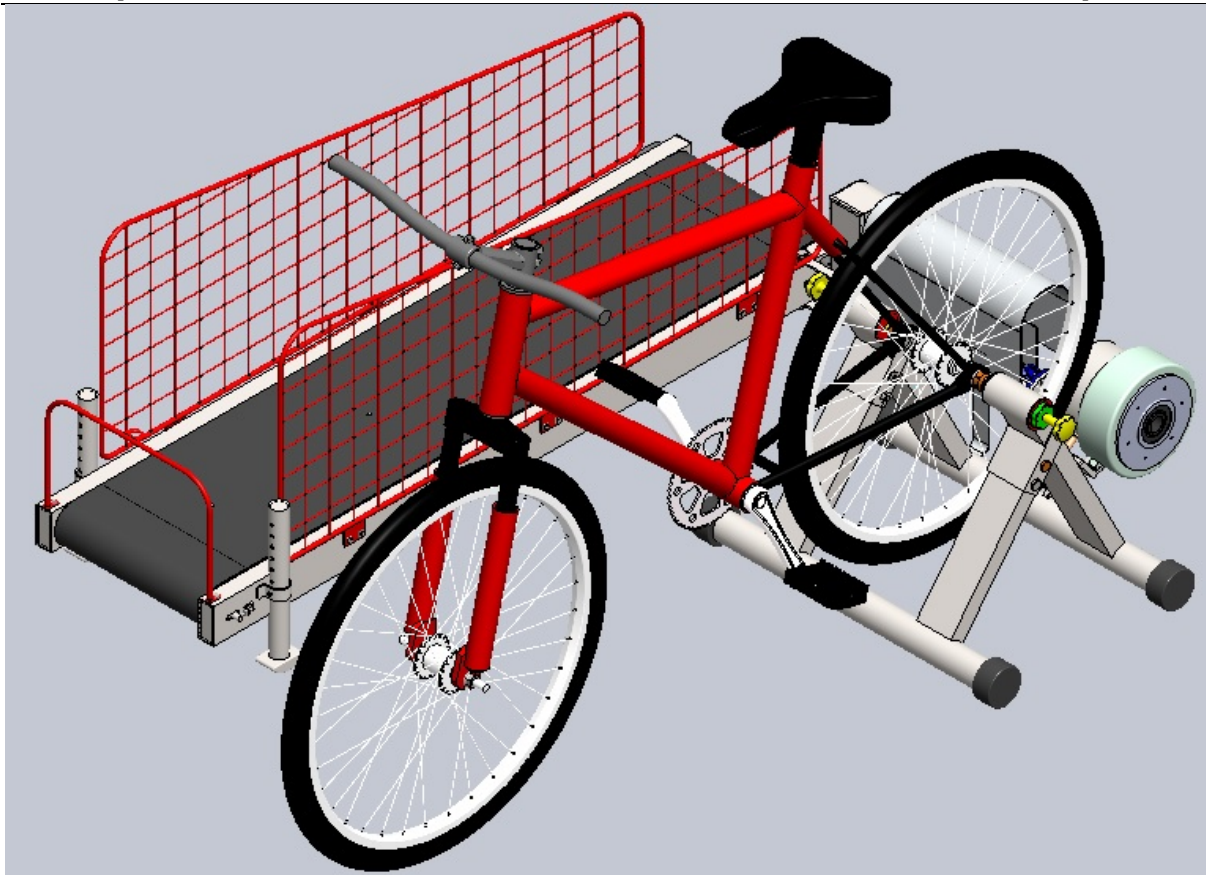
Slika 23. Ergometar sa stacionarnim biciklom



Slika 24. Prikaz spoja stacionarnog bicikla s trenažerom



Slika 25. Stacionarni bicikl

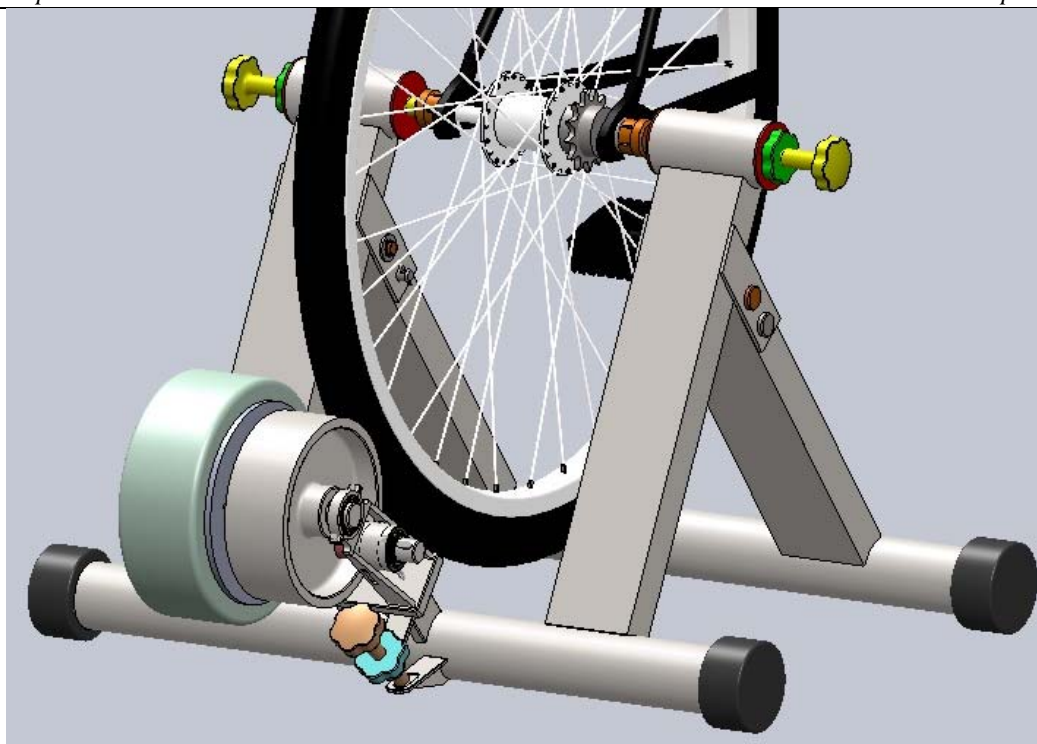


Slika 26. Ergometar sa stalkom za bicikl

Drugi način korištenja uređaja (Slika 26) jest kad vlasnik psa želi koristiti svoj osobni bicikl za pokretanje trenažera. Bicikl se postavlja na stalak te se na stalak pričvršćuje vijcima za osiguranje bicikla. Vijkom za podešavanje pogonskog sklopa, pogonski sklop s valjkom se približava dok ne dođe do međusobnog dodira kotača i valjka.

Korisnik okretanjem pedala okreće kotač koji je u dodiru s pogonskim sklopom stalka za bicikl. Pogonski sklop okreće kardansko vratilo koje spaja stalak za bicikl s trenažerom za pse, a postupak prijenosa snage i gibanja je identičan prijenosu snage i gibanja kao i kad je na trenažer spojen stacionarni bicikl (Slika 28).

Pogonski sklop stalka za bicikl (Slika 27) sastoji se od vratila na kojem se nalazi valjak, kočnica s magnetnim prahom, a unutarnji dio valjka je tarenica koja je u dodiru s tarenicom 2 koja se nalazi na izlaznom vratilu pogonskog sklopa.



Slika 27. Prikaz stalka za bicikl

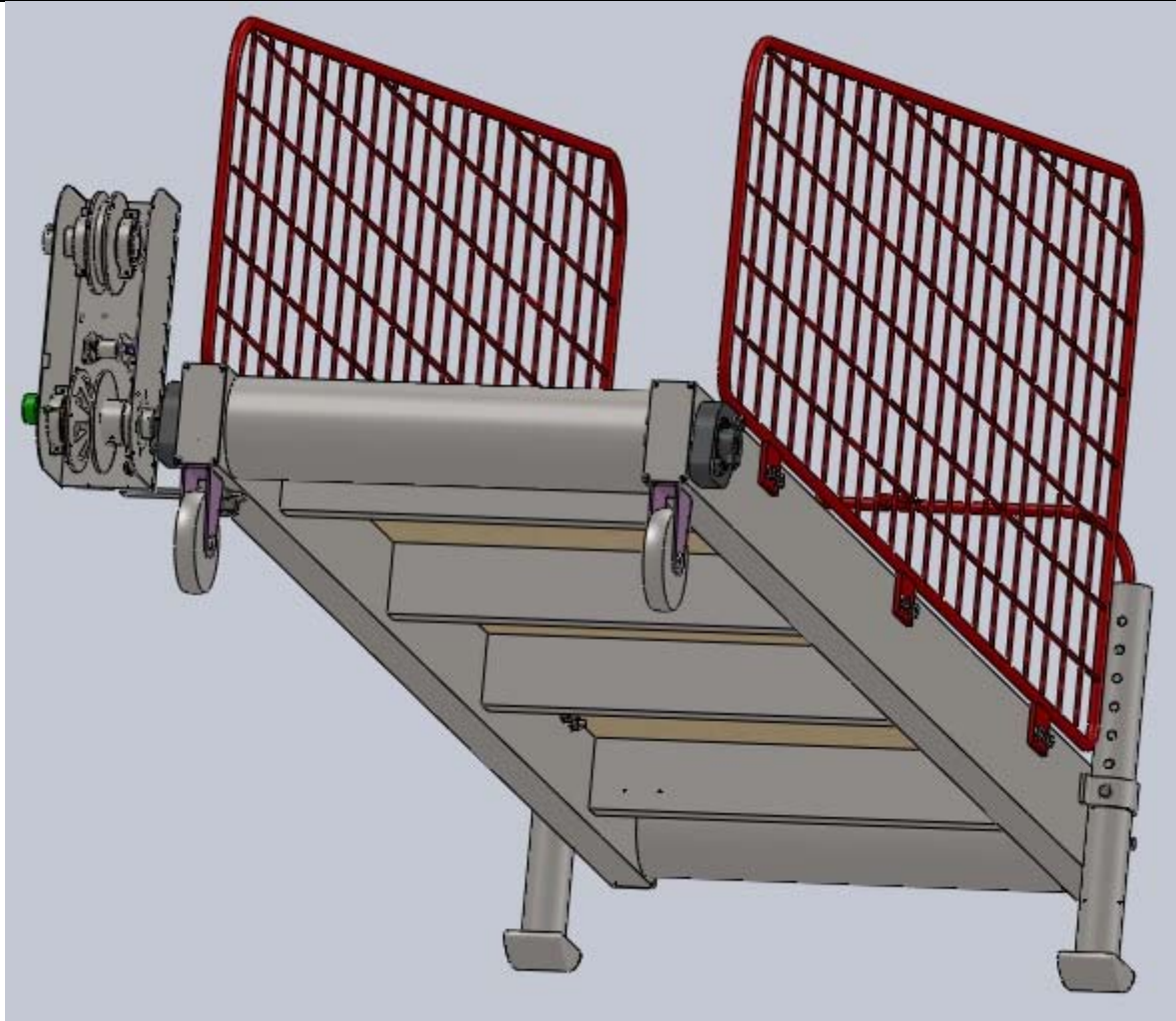


Slika 28. Prikaz spoja stalka za bicikl s trenažerom



Slika 29. Trenažer za pse

Trenažer za pse jedan je od glavnih podsklopova uređaja, na kojeg se priključuju i stacionarni bicikl i stalak za bicikl. Kako je već prethodno spomenuto, moguće je podešavati nagib i brzinu trake pomoću vijka za podešavanje. Zaštitna rešetka postavljena je iz sigurnosnih razloga, odnosno kako bi spriječila pad psa s trake, a ima i mjesto za zavezati povodac, kako pas ne bi pobjegao s trake i zbog sigurnosnih razloga. Trenažer ima kotače na stražnjem dijelu zbog lakšeg transporta i skladištenja, a nožice prednjeg dijela trenažera služe za podešavanje nagiba.



Slika 30. Prikaz detalja trenažera za pse

Na slici (Slika 30) je prikazana nosiva konstrukcija na kojoj se nalazi daska koja služi za ublažavanje udaraca i vođenje gumene trake na kojoj pas trči. Između ostalog su prikazani i pogonski i gonjeni valjak te otvoreno kućište varijatora.

8. ZAKLJUČAK

Ovaj rad prikazuje proces razvoja trenažera za pse pokretanog ljudskom snagom pomoću bicikla, odnosno prikazuje analize postojećih rješenja trenažera za pse. Cilj je bio osmisлити napravu koja će omogućiti neometano bavljenje tjelesnom aktivnošću čovjeka i psa simultano, kad su vanjske prilike nepovoljne (loši vremenski uvjeti, nepostojanje zelenih površina u blizini, nedovoljno vremena za odlazak u park ili šetnju gradom) kako bi što kvalitetnije i produktivnije čovjek ispunio slobodno vrijeme koje mu je na raspolaganju za vlastitu tjelesnu aktivnost i za trening. Pretraživanjem internetskih stranica pronađeno je nekoliko patentnih rješenja koja su olakšala proces konstruiranja uređaja. Tehničkim upitnikom definirani su ciljevi za razvoj proizvoda. Od osmišljenih konceptnih rješenja, izabrano je ono najbolje te je isto dalje konstrukcijski razrađeno.

Provedeni su proračuni bitnih komponenti konstrukcije te je izrađen 3D model konstrukcije iz kojeg je napravljena potrebna tehnička dokumentacija. Pri konstruiranju uređaja korišteni su standardni i lako dobavljeni dijelovi. Trenažer je jednostavan i siguran za uporabu, mobilan, samostojeći, lagan za prenošenje, pouzdan u radu te lako prilagodljiv čovjeku i psu, a pretpostavka je da bi i cijena bila prihvatljiva. Imperativ je jednostavna implementacija u svakodnevnom životu korisnika.

Posebna pozornost pri konstruiranju trenažera pridodana je zadovoljstvu čovjeka i psa, poboljšavanju njihovog međusobnog odnosa te potrebi fizičkih aktivnosti.

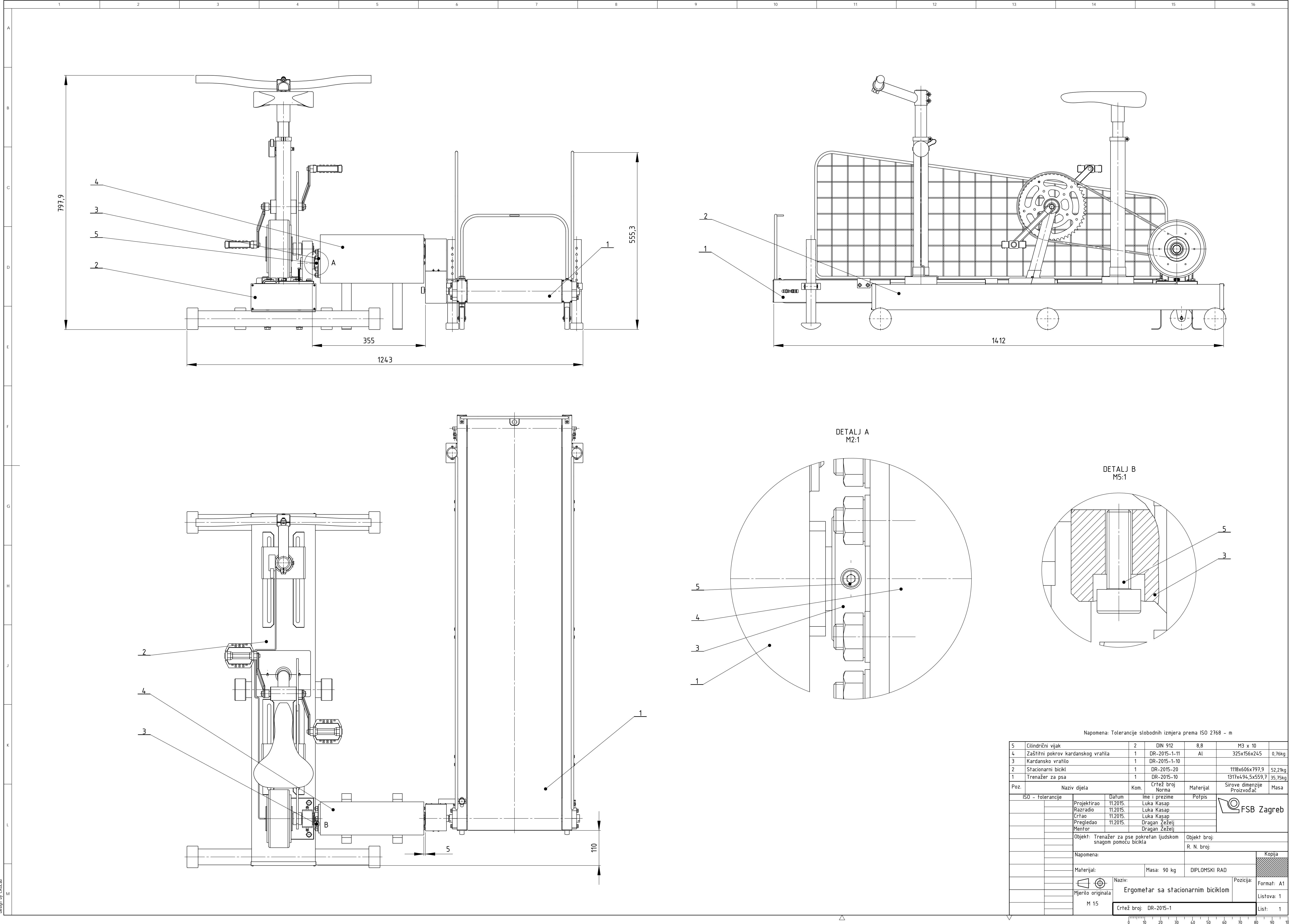
Daljnjim razvojem proizvoda postigla bi se dodatna poboljšanja te povećala efikasnost i kvaliteta samog uređaja.

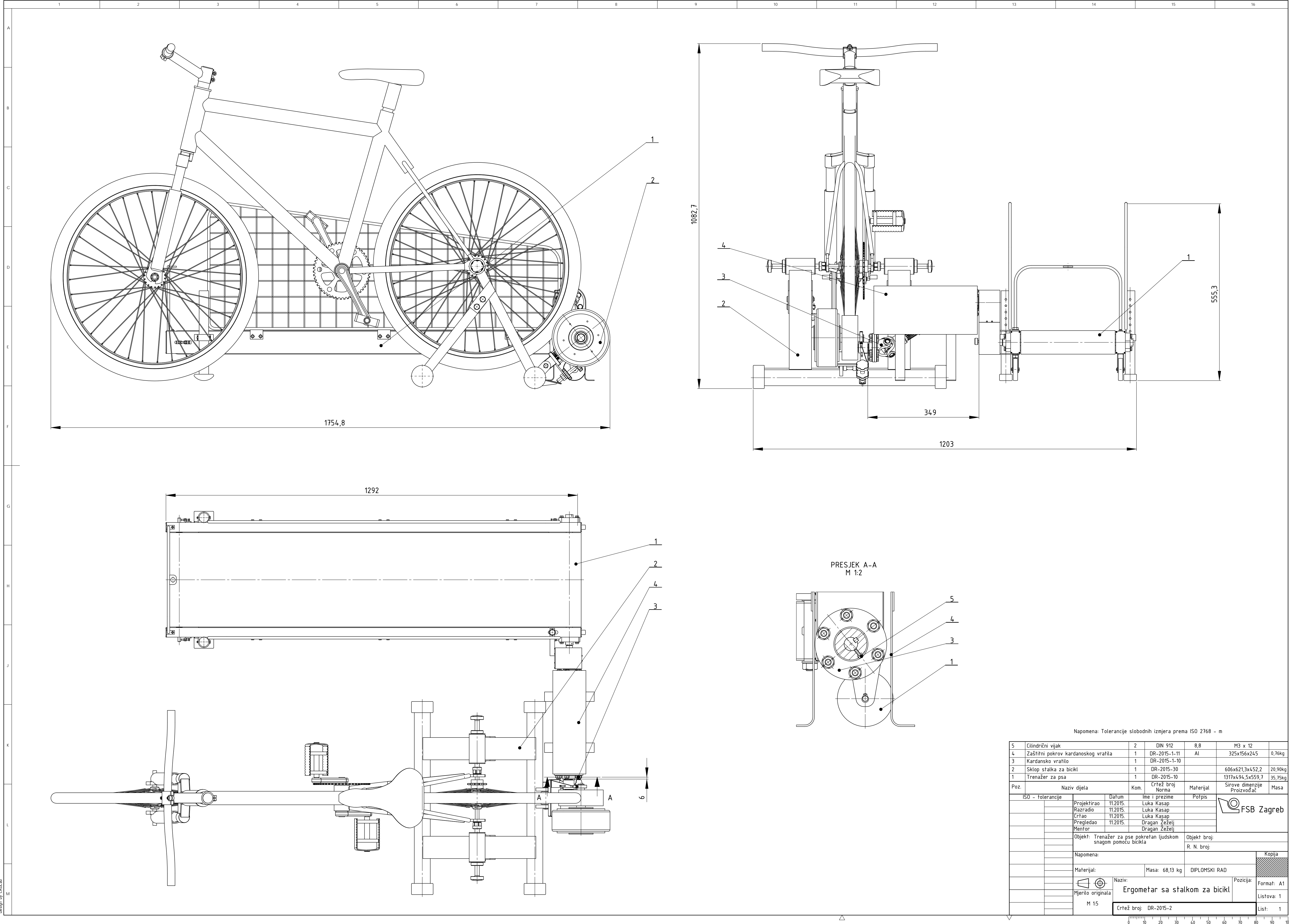
LITERATURA

- [1] http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_statistics_at_regional_level/.
zadnji posjet: studeni 2015.
- [2] <http://www.zzjzpgz.hr/nzl/56/kretanje-i-zdravlje.htm>
zadnji posjet: studeni 2015.
- [3] <http://www.sportskitrening.hr/zasto-vjezbati/>
zadnji posjet: listopad 2015.
- [4] <http://www.ka-dog.hr/skola-za-pse/>
zadnji posjet: studeni 2015.
- [5] Projekt – Luka Kasap
- [6] https://www.fitness.com.hr/blog/Fitnesscomhr_blog/Sobni-bicikl---praktican-trening-za-sve.aspx
zadnji posjet: listopad 2015.
- [7] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, 1970.
- [8] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga Zagreb, 1975.
- [9] Herold, Z.: Računalna i inženjerska grafika, Zagreb, 2003.

PRILOZI

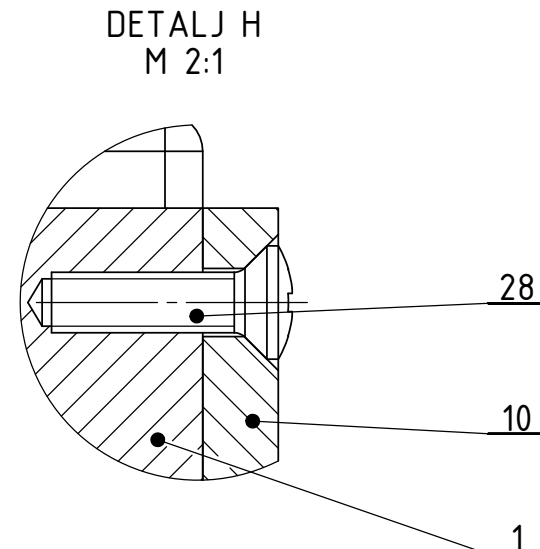
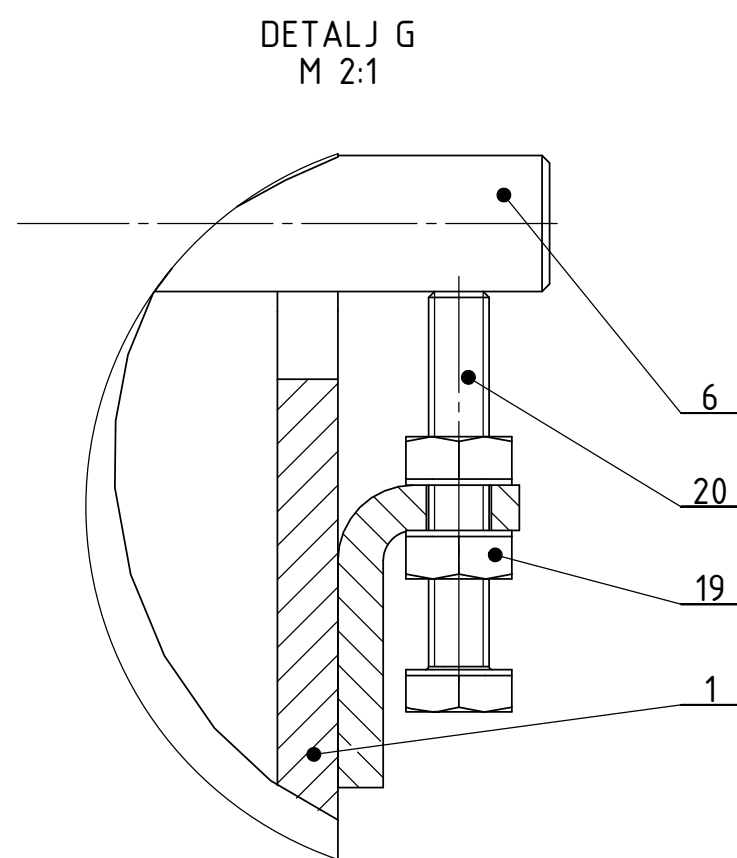
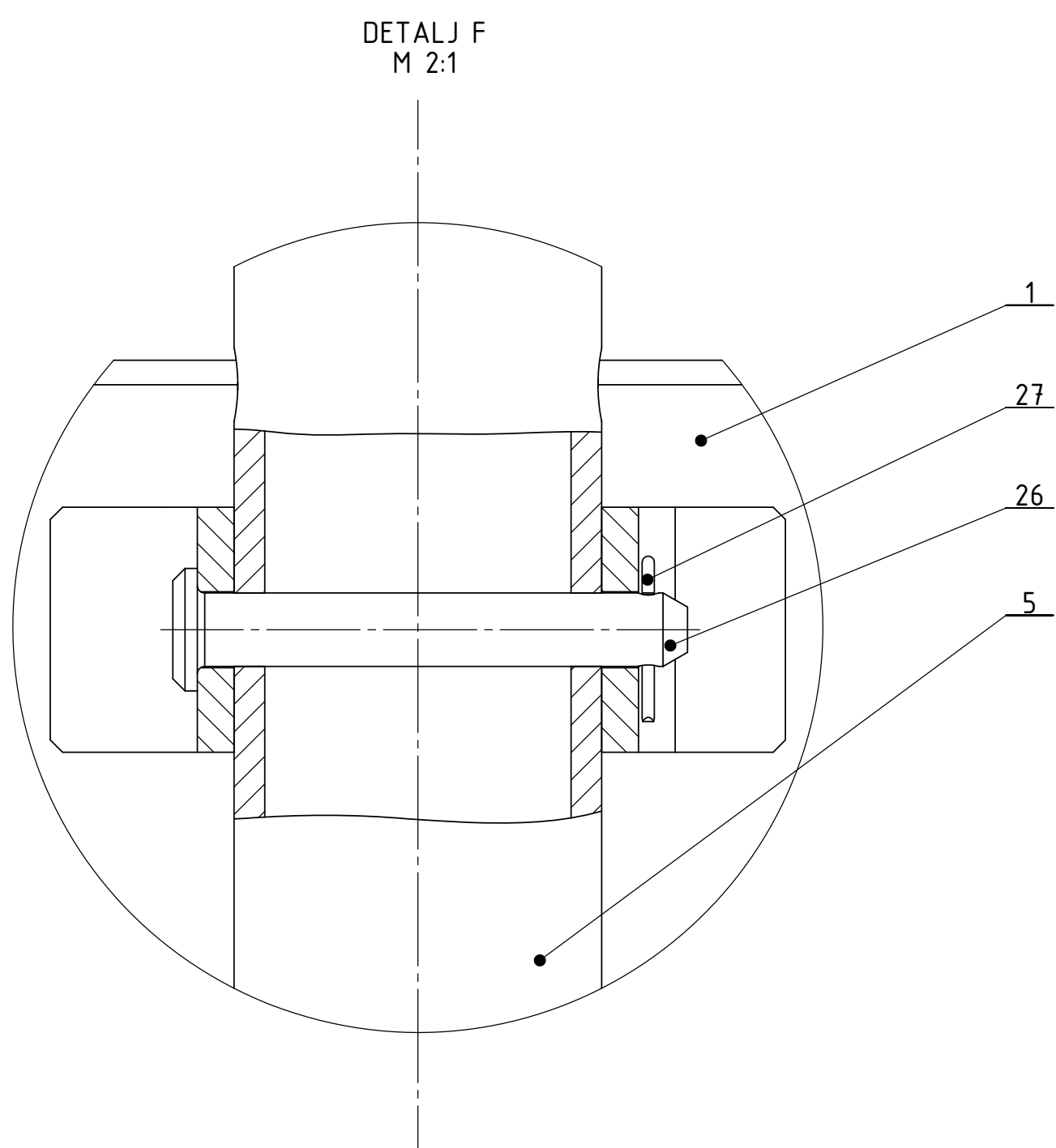
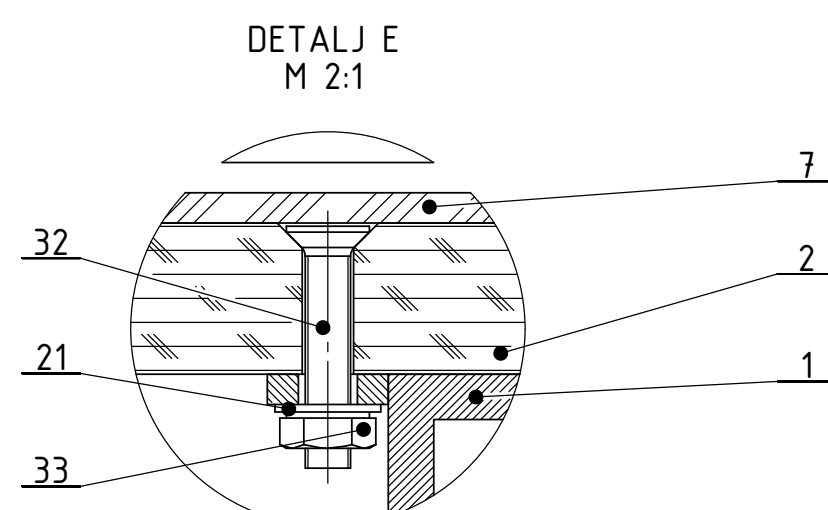
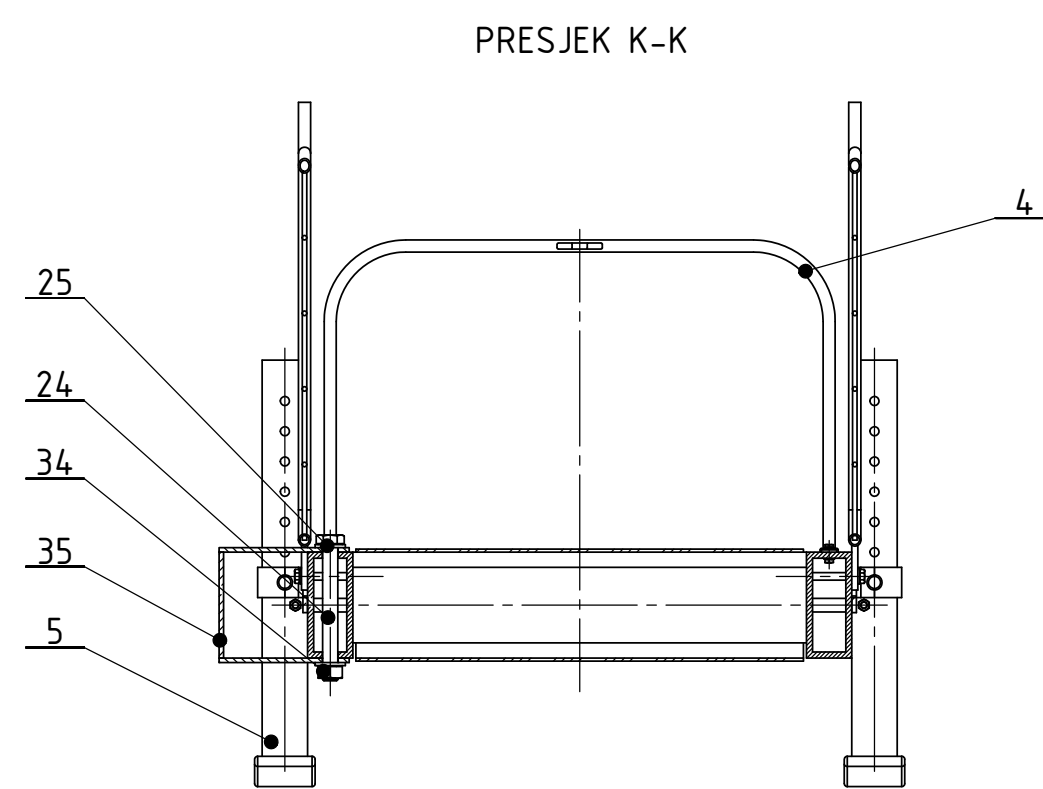
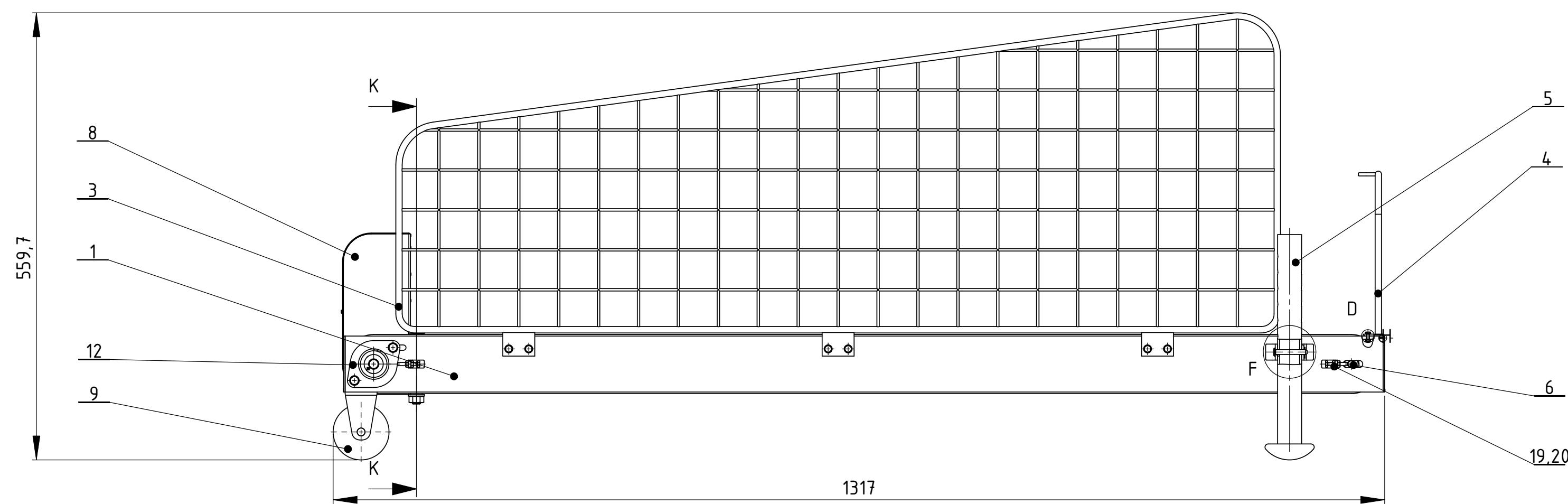
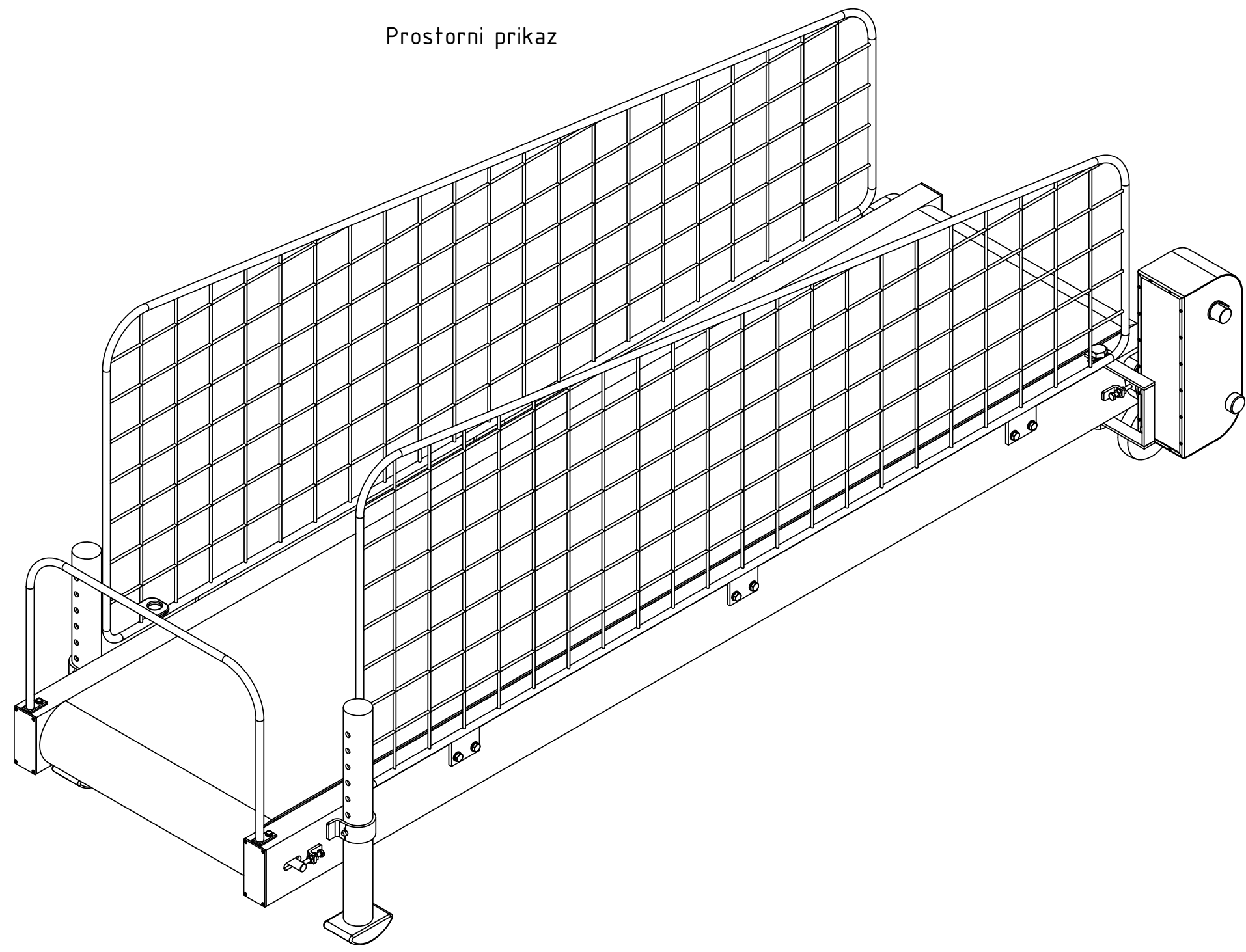
- I. CD-R disc
- II. Tehnička dokumentacija



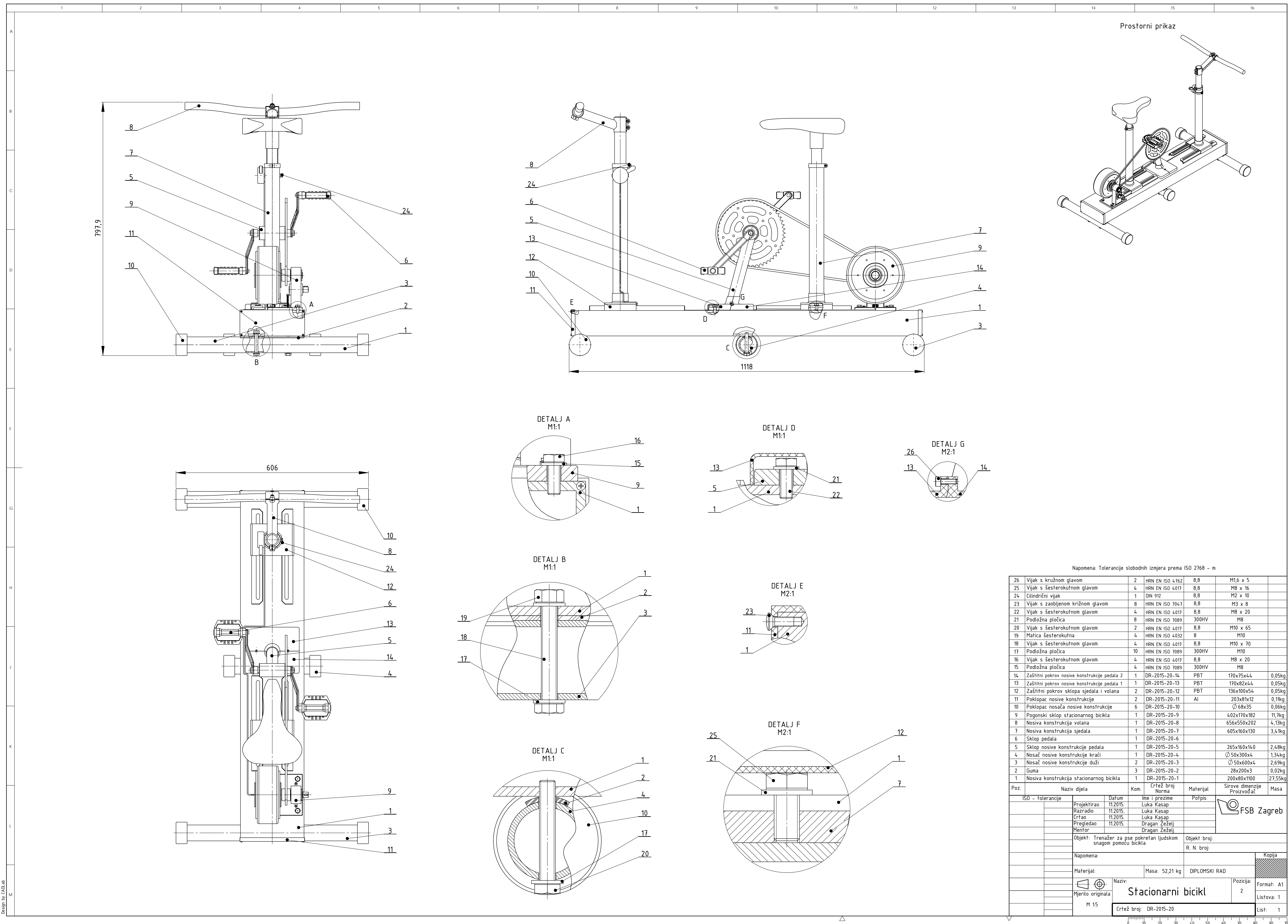


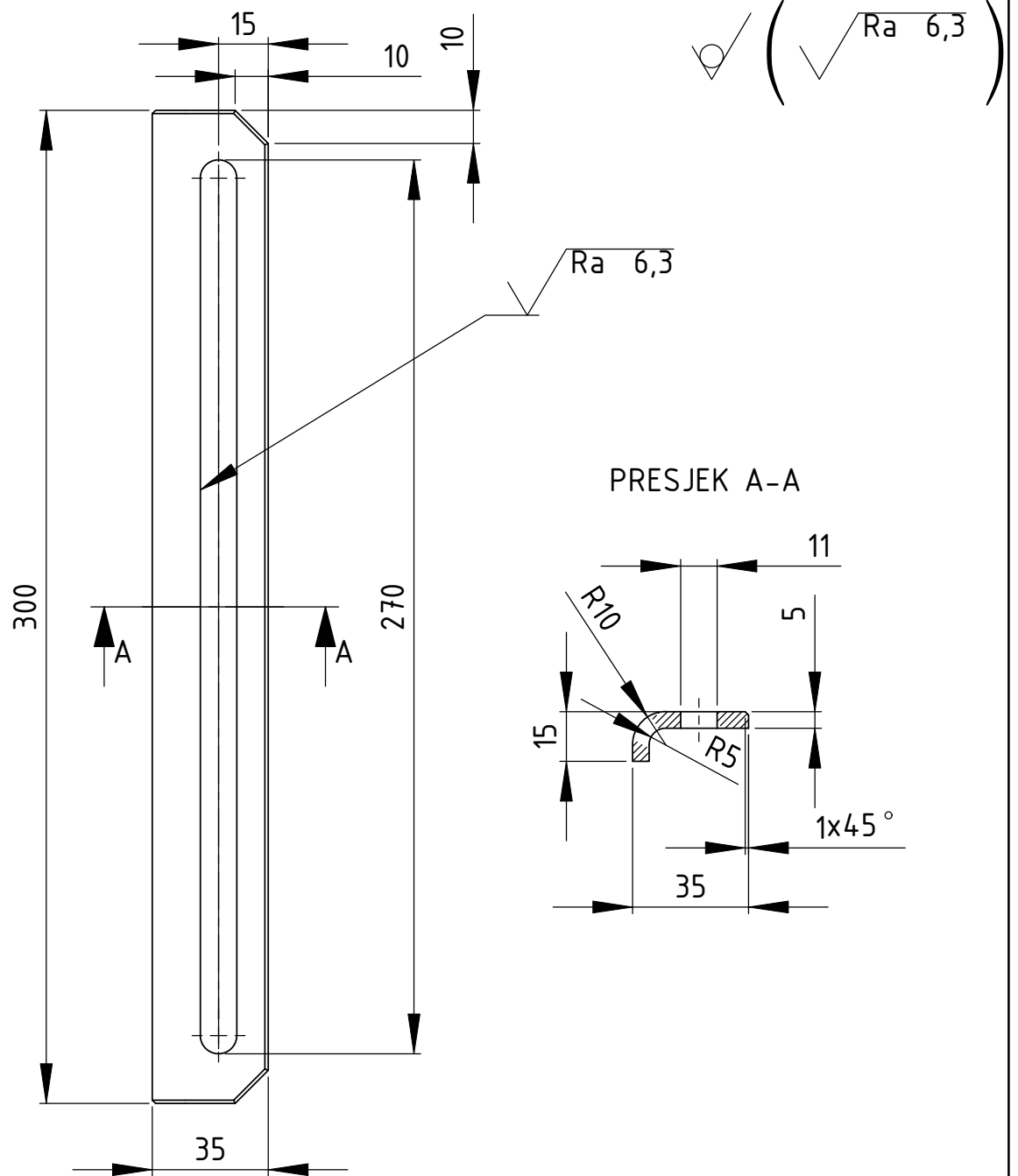
Napomena: Tolerancije slobodnih izmjera prema ISO 2768 - m

5	Cilindrični vijak	2	DIN 912	8,8	M3 x 12	
4	Zaštitni pokrov kardanskog vratila	1	DR-2015-1-11	Al	325x156x245	0,76kg
3	Kardansko vratilo	1	DR-2015-1-10			
2	Sklop stalka za bicikl	1	DR-2015-30		606x621,3x452,2	20,90kg
1	Trenažer za psa	1	DR-2015-10		1317x494,5x559,7	35,75kg
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj	Materijal	Sirove dimenzije	Masa
	ISO - tolerancije	Datum	Ime i prezime	Potpis		
		Projektirao	11.2015.	Luka Kasap		
		Razradio	11.2015.	Luka Kasap		
		Crtao	11.2015.	Luka Kasap		
		Pregledao	11.2015.	Dragan Žeželj		
		Mentor		Dragan Žeželj		
	Objekt: Trenažer za pse pokretan ljudskom snagom pomoću bicikla				Objekt broj:	
	Napomena:				R. N. broj:	
	Materijal:		Masa: 68,13 kg		DIPLOMSKI RAD	
	Mjerilo originala		Naziv:		Pozicija:	
	M 1:5		Ergometar sa stalkom za bicikl		Format: A1	
			Crtež broj: DR-2015-2		Listova: 1	
					List: 1	


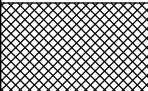
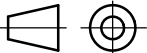


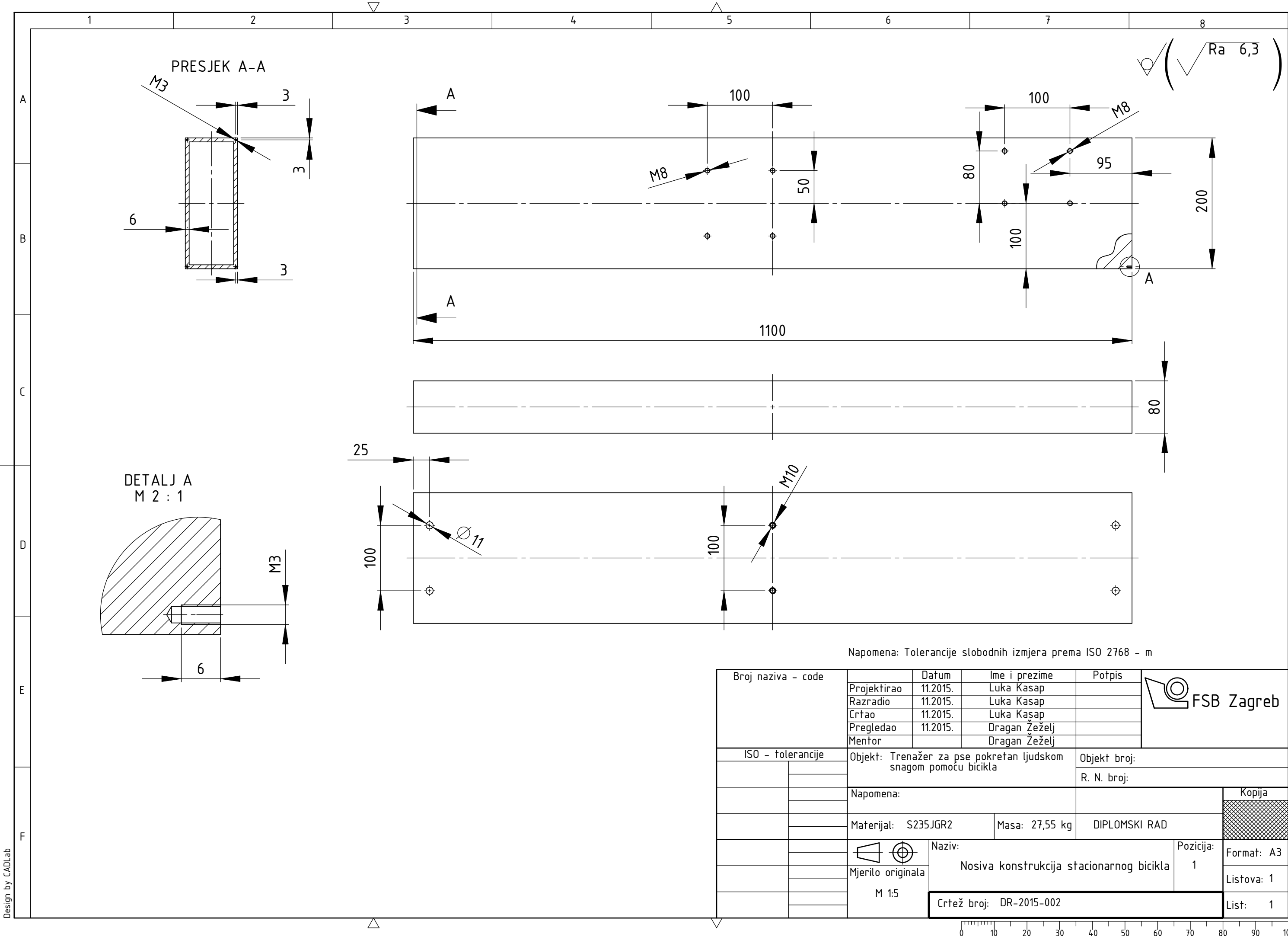
Napomena: Tolerancije slobodnih izmjera prema ISO 2768 - m									
38	Podložna pločica	4	HIN EN ISO 7089	300HV	M5				
37	Malta sesterokutna	2	HIN EN ISO 7089		M5				
36	Vijk s sesterokutnom glavom	1	HIN EN ISO 4301	8,8	M5 x 15				
35	Nosak varijanta	1	DR-205...-10.2		86x76x15				0,1kg
34	Malta sesterokutna	1	HIN EN ISO 4302	8	M10				
33	Malta sesterokutna	4	HIN EN ISO 7089	300HV	M5				
32	Vijk s ravnom križnom glavom	4	HIN EN ISO 4302	8,8	M3 x 16				
31	Malta sesterokutna	2	HIN EN ISO 4302	8	M6				
30	Vijk s sesterokutnom glavom	4	HIN EN ISO 4301	8,8	M6 x 30				
29	Podložna pločica	8	HIN EN ISO 7089	300HV	M6				
28	Vijk s zaobljenom križnom glavom	16	HIN EN ISO 7067	8,8	M16 x 6				
27	Rasjepak	2	HIN EN ISO 12334		12 x 8				
26	Začepni vijak	1	HIN EN ISO 4302	E360	6 x 10				
25	Podložna pločica	2	HIN EN ISO 7089	300HV	M10				
24	Vijk s sesterokutnom glavom	1	HIN EN ISO 4301	8,8	M10 x 30				
23	Podložna pločica	6	HIN EN ISO 7089	300HV	M5				
22	Malta sesterokutna	4	HIN EN ISO 4302	8	M3				
21	Podložna pločica	4	HIN EN ISO 7089	300HV	M3				
20	Vijk s sesterokutnom glavom	4	HIN EN ISO 4301	8,8	M4 x 25				
19	Malta sesterokutna	8	HIN EN ISO 4302	8	M4				
18	Malta sesterokutna	12	HIN EN ISO 4302	8	M5				
17	Vijk s sesterokutnom glavom	12	HIN EN ISO 4301	8,8	M5 x 45				
16	Podložna pločica	24	HIN EN ISO 7089	300HV	M3				
15	Malta sesterokutna	2	HIN EN ISO 4302	8	M3				
14	Vijk s sesterokutnom glavom	4	HIN EN ISO 4301	8,8	M3 x 10				
13	Podložna pločica	4	HIN EN ISO 7089	300HV	M3				
12	Ležanje mjesto	1	FLC1E12		S46				
11	Štikov pospajnog vijaka	1	DR-205...-10.1		Ø 16x388				3,2kg
10	Poklopac: cijevi nosive konstrukcije	4	DR-205...-10.0	S235,6JR2	30x70x2				0,83kg
9	Štikov kotača	2	DR-205...-10.9		Ø68x82x5				0,04kg
8	Varijator	1	DR-205...-10.7		200x66x65				2,1kg
7	Traka za fiježanje	1	DR-205...-10.8	Guma	1298 x 42x96x74				184kg
6	Štikov vijak	1	DR-205...-10.6		Ø 70x388				3,57kg
5	Načela za zavezivanje nagiba trenera	2	DR-205...-10.5	S235,6JR2	62x22x8				0,74kg
4	Štikaz za zavezati povodac	1	DR-205...-10.4	S235,6JR2	342x206x5				1,30kg
3	Zaštitna rešetka	2	DR-205...-10.3	S235,6JR2	1100x340				1,10kg
2	Daska	1	DR-205...-10.2		1000x300x10				1,30kg
1	Štikov nosive konstrukcije trenera	1	DR-205...-10.1		1000x300x10				8,14kg
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Črtež broj	Norma	Materijal	Srednje dimenzije	Proizvođač		
ISO - tolerancije					Polipis				
	Projektorizao	11/2015	Luka Kasap						
	Razradio	11/2015	Luka Kasap						
	Uradio	11/2015	Luka Kasap						
	Pregledao	11/2015	(Dragan Žeželj)						
	Mentor		(Dragan Žeželj)						
	Objekt: Treneraz za pos poveljan ljudskom				Objekt broj:				
	sposna pomoci bicikla				R. N. broj:				
Napomena:						Kopija			
Materijal:	Masa:	35.75			DIPLOMSKI RAD				
Mjerilo originala	Naziv	Treneraz za psa				Pozicija	Format: A0		
M 1:5		Črtež broj: DR-205...-10					Lista: 1		





Napomena: Tolerancije slobodnih izmjera prema ISO 2768 - m

Broj naziva - code			Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
			Projektirao	11.2015.	Luka Kasap		
			Razradio	11.2015.	Luka Kasap		
			Crtao	11.2015.	Luka Kašap		
			Pregledao	11.2015.	Dragan Žeželj		
				Dragan Žeželj			
ISO - tolerancije		Objekt: Trenažer za pse pokretan ljudskom snagom pomoću bicikla			Objekt broj:		
					R. N. broj:		
		Napomena: Nekotirane bridove skositi 1x45°				Kopija	
							
		Materijal: ST235JGR2		Masa: 0,37 kg	DIPLOMSKI RAD		
			Naziv: Vodilica sjedala i volana			Pozicija: 8	Format: A4
							Mjerilo originala
			M 1:2	Crtež broj: DR-2015-001			List: 1



PRESJEK A-A

Ra 6,3 (Ra 3,2)

Središnje gnijezdo prema HRN M.A5.210

Napomena: Tolerancije slobodnih izmjera prema ISO 2768 - m

PRESJEK B-B


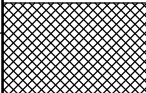

Valjak stalka za bicikl

Ø 28h7 0 -0,021

Ø 25h6 0 -0,013

Crtež broj: DR-2015-003

List: 1

Broj naziva - code			Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
		Projektirao	11.2015.	Luka Kasap			
		Razradio	11.2015.	Luka Kasap			
		Crtao	11.2015.	Luka Kasap			
		Pregledao	11.2015.	Dragan Žeželj			
		Mentor		Dragan Žeželj			
ISO - tolerancije		Objekt: Trenažer za pse pokretan ljudskom snagom pomoću bicikla				Objekt broj:	
1,3H13	0,140 0					R. N. broj:	
8P9	-0,015 -0,051	Napomena: Nekotirane bridove skositi 0,5x45°				Kopija 	
Ø 19h12	0 -0,210						
		Materijal: S235JGR2		Masa: 3,11 kg	DIPLOMSKI RAD		
Ø 20h6	0 -0,013	 Mjerilo originala M 1:1	Naziv: Valjak stalka za bicikl			Pozicija:	
Ø 22h7	0 -0,021					3	
Ø 25h6	0 -0,013		Crtež broj: DR-2015-003			Listova: 1	
						List: 1	

